

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-254657

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/16
H01L 41/08

(21)Application number : 2001-056801

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 01.03.2001

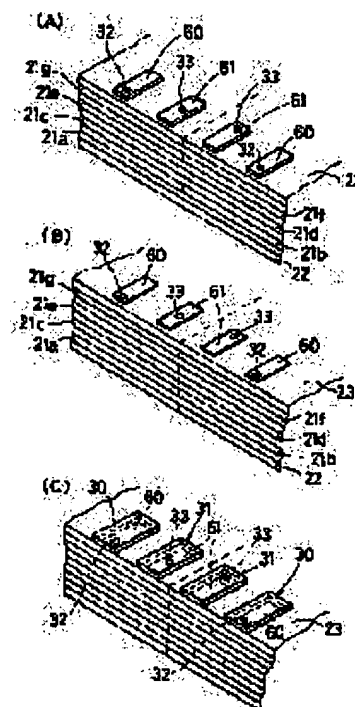
(72)Inventor : TAKAGI ATSUHIRO

(54) MANUFACTURING METHOD FOR LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance adhesion strength of each external electrodes 30 and 31 to an insulating sheet 23 in a manufacturing method for a piezoelectric actuator 20 which is used as a drive source of an ink jet head.

SOLUTION: Patterns of an independent electrode or common electrode are formed on surfaces of piezoelectric sheets 21a-21g and 22 with Ag-Pd type conductive paste while tubs 60 having patterns corresponding to the independent electrode or common electrode are formed on a surface of an insulating sheet 23 with the conductive paste. After a lamination body of these sheets 21a-21g, 22 and 23 is baked and formed, the external electrodes 30 for connecting to a flexible print cable are baked and formed in the tubs 60.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While while forms the pattern of an individual electrode or a common electrode in a double width side with an electrical conducting material in two or more piezo-electric sheets The tab of the pattern corresponding to one double width side of an insulation sheet is formed with an electrical conducting material with said individual electrode or said common electrode. Among the front **** double width sides in the layered product of said piezo-electric sheet, to one double width side As opposed to each [after carrying out the laminating of said insulation sheet so that said each tab may appear in the outside of the direction of a laminating in said layered product, and calcinating a layered product with said insulation sheet / said] tab The manufacture approach of the laminating mold piezoelectric device characterized by being burned and forming the external electrode for connecting with external connecting means, such as a flexible printed cable.

[Claim 2] It is the manufacture approach of the laminating mold piezoelectric device according to claim 1 which sees from a laminating, and the area after baking of said each tab is this and 1/2 or more twice the area of a corresponding external electrode, and is characterized by considering as 1 or less-time magnitude.

[Claim 3] It is the manufacture approach of the laminating mold piezoelectric device according to claim 1 or 2 characterized by using Ag system ingredient as said external electrode when the conductive paste of an Ag-Pd system is used as said electrical conducting material.

[Claim 4] The manufacture approach of a laminating mold piezoelectric device given in either of the claims 1-3 characterized by filling up each through hole concerned with the electrical conducting material which followed the pattern of said electrode, and said tab at said each piezo-electric sheet and insulation sheet while forming a through hole in the part corresponding to the pattern and said tab of said electrode.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the laminating mold piezoelectric device used as a driving source in various equipments, such as an ink jet head.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, the piezoelectric device is used as a driving source (electrostrictive actuator) of various equipments using the property of changing electrical energy into mechanical displacement (distortion) according to the piezo-electric effect.

[0003] The piezoelectric device used as the laminating mold also in it in order to enlarge the amount of displacement by distortion On the front face (one double width side) of the piezo-electric sheet which consists of ceramic ingredients, such as PZT (titanic-acid lead zirconate) Two or more piezo-electric sheets which carry out printing formation of the pattern of an individual electrode or a common electrode, and have said individual electrode in the conductive paste of an Ag(silver)-Pd (palladium) system, While carrying out the laminating of two or more piezo-electric sheets which have said common electrode by turns, in the front face of the insulation sheet which carried out the laminating to the double width side of one of these It has structure which formed the external electrode for connecting a flexible printed cable by said individual electrode or said common electrode, and the corresponding pattern in order to make an electrical potential difference impress alternatively and to make it drive from the outside.

[0004] The approach of preparing this external electrode mainly had three approaches conventionally.

[0005] The one approach is made to extend so that the part may be exposed to the end face of a piezo-electric sheet, carries out the laminating of the piezo-electric sheet of these plurality, and the insulation sheet which does not have an electrode in the maximum upper layer, and calcinates it at an elevated temperature (for example, about 1100 degrees C) while it forms a common electrode and an individual electrode in the front face of a piezo-electric sheet. Subsequently, while carrying out pattern formation of the side-face electrode to the laminating end face of this layered product in the conductive paste of an Ag(silver)-Pd (palladium) system so that the end faces of said individual electrode and the end faces of a common electrode may be connected in the direction of a laminating be comparatively burned at low temperature (for example, about 600 degrees C) after carrying out spreading formation of the external electrode with the same electrical conducting material (conductive paste) as the double width front face of said insulation sheet so that it may flow with each of this side-face electrode -- it is the approach of carrying out.

[0006] After the 2nd approach establishes the through hole which is open for free passage to the individual electrodes or common electrodes which adjoins in the direction of a laminating in each piezo-electric sheet and the insulation sheet in which said common electrode and individual electrode were formed and fills them up with the same electrical conducting material (conductive paste) as each through hole concerned, it carries out the laminating of these piezo-electricity sheet and the insulation sheet, and calcinates them at an elevated temperature as mentioned above after that. Subsequently, for said every through hole part, spreading formation of the external electrode is carried out in the conductive paste of an Ag(silver)-Pd (palladium) system, it can be burned at low temperature and this is made the double-width front face of said insulation sheet.

[0007] The 3rd approach to each piezo-electric sheet and the insulation sheet in which said common electrode and individual electrode were formed While preparing the through hole which is open for free passage to the individual electrodes or common electrodes which adjoins in the direction of a laminating and being filled up with the same electrical conducting material as each through hole concerned After carrying out pattern formation of the tab as an external electrode to the double width side of an insulation sheet with the same electrical conducting material so that it may flow on the double width front face of said insulation sheet in said each through hole, and carrying out the

laminating of these, it calcinates at high temperature.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the external electrode carried out by the ability being burned at low temperature like said 1st and 2nd approaches had weak adhesion reinforcement with the double width side of an insulation sheet, when solder connection was made with a flexible printed cable through this external electrode, the external electrode separated to the insulation sheet and electrical installation had imperfection or the problem that it was not stabilized. Even if it made said conductive paste mix a glass frit, the limit was in improvement in adhesion reinforcement.

[0009] On the other hand, when based on said 3rd approach, the part of the tab as an external electrode calcinated at said elevated temperature had the problem that it was difficult to fully secure soldered joint reinforcement with the polar zone of said flexible printed cable, in order that the front face of a tab might oxidize according to said elevated temperature, while contracting by baking.

[0010] This invention makes it a technical technical problem to solve said conventional problem.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical technical problem, the manufacture approach of the laminating mold piezoelectric device concerning this invention While while forms the pattern of an individual electrode or a common electrode in a double width side with an electrical conducting material in two or more piezo-electric sheets The tab of the pattern corresponding to one double width side of an insulation sheet is formed with an electrical conducting material with said individual electrode or said common electrode. Among the front **** double width sides in the layered product of said piezo-electric sheet, to one double width side As opposed to each [after carrying out the laminating of said insulation sheet so that said each tab may appear in the outside of the direction of a laminating in said layered product, and calcinating a layered product with said insulation sheet / said] tab It can be burned and the external electrode for connecting with external connecting means, such as a flexible printed cable, is formed.

[0012] Moreover, in the manufacture approach of a laminating mold piezoelectric device according to claim 1, it sees from a laminating, and invention of claim 2 is 1/2 or more twice the area of this and a corresponding external electrode, and makes area after baking of said each tab into 1 or less-time magnitude.

[0013] In the manufacture approach of a laminating mold piezoelectric device according to claim 1 or 2, invention of claim 3 uses Ag system ingredient as said external electrode, when the conductive paste of an Ag-Pd system is used as said electrical conducting material.

[0014] Furthermore, in the manufacture approach of the laminating mold piezoelectric device indicated to either of the claims 1-3, invention of claim 4 fills up said each piezo-electric sheet and insulation sheet with the electrical conducting material which followed the pattern of said electrode, and said tab in each through hole concerned, while forming a through hole in the part corresponding to the pattern and said tab of said electrode.

[0015]

[Effect of the Invention] Since the tab and external electrode are electrical conducting materials further, even if it can stick the tab made from an electrical conducting material firmly on an insulation sheet at high temperature, and an external electrode is able to be burned at low temperature, it can be made to stick mutually firmly, in case a layered product is calcinated like claim 1, since an external electrode is formed through the tab made from an electrical conducting material on an insulation sheet. Moreover, since low temperature is sufficient when an external electrode can be burned, there is little oxidization etc. and it can also fully secure bonding strength with external connecting means, such as a flexible printed cable.

[0016] Each manufacture approach according to claim 2 to 4 materializes the manufacture approach of claim 1 more. According to the manufacture approach of claim 2, it sees from a laminating, and since the area after baking of said each tab is 1/2 or more twice the area of this and a corresponding external electrode and considers as 1 or less-time magnitude, a touch area with said external electrode is fully obtained, and the reservation of the adhesion reinforcement of said external electrode to said insulation sheet can be attained certainly.

[0017] Moreover, since it can be burned in what use a metal of the same kind as a principal component when said tab is made into the product made from conductive paste of an Ag-Pd system and said external electrode is made into the product made from Ag system ingredient like claim 3, even if it does not calcinate said external electrode at an elevated temperature, the adhesion reinforcement of the external electrode to said tab can improve, and the operation effectiveness of claim 1 can be attained certainly.

[0018] Like claim 4, furthermore, to said each piezo-electric sheet and said insulation sheet A through hole is formed in the part corresponding to the pattern and said tab of said electrode. In each through hole concerned If filled up with the electrical conducting material which followed the pattern of said electrode, and said tab acquiring the operation

effectiveness of claim 1, i.e., the adhesion reinforcement of each of said external electrode to said insulation sheet being fully securable, -- in addition, it can flow certainly to said external electrode, an individual electrode, a common electrode corresponding to this, etc., and generating of an electric poor contact etc. can be reduced remarkably.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt which materialized this invention is explained based on the drawing (drawing 1 - drawing 13) at the time of applying to a piezo-electric type ink jet head.

[0020] Drawing 1 - drawing 9 show the 1st operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1 , drawing 2 , and drawing 8 , the flexible printed cable 40 as an external connecting means is piled up and joined to the top face (double width side) of the electrostrictive actuator 20 of the plate mold joined to the cavity plate 10 made from a metal plate for connection with an external instrument, and ink places the regurgitation upside down from the nozzle 54 which carried out opening to the inferior-surface-of-tongue side of the cavity plate 10.

[0021] As shown in drawing 3 and drawing 4 , the cavity plate 10 has structure which carried out the laminating by piling up the sheet metal of five sheets of the manifold plate 12 of 43 or 2 nozzle plates, the spacer plate 13, and a base plate 14 by adhesion, and joining. With the 1st operation gestalt, each plates 12, 13, and 14 except a nozzle plate 43 are the products made from 42% nickel alloy steel plate, and are 50 micrometers - about 150 micrometers in thickness.

[0022] The nozzle 54 for ink jet of the diameter of minute is arranged in the nozzle plate 43 in the shape of [of two trains] staggered arrangement along with the longitudinal direction of this nozzle plate 43. That is, along with two datum lines 43a and 43b parallel to the longitudinal direction of said nozzle plate 43, many nozzles 54 are drilled in the alternate array at intervals of the minute pitch P.

[0023] Moreover, the pressure room 16 (it mentions later for details) corresponding to said each nozzle 54 and the activity section 35 (it mentions later for details) in an electrostrictive actuator 20 are arranged in the location which laps up and down and corresponds by the plane view of each plates 43, 12, 13, and 14. Said each pressure room 16 is formed so that it may extend in the direction which intersects the longitudinal direction of said nozzle plate 43 (rectangular cross), and the train of the pressure room 16 is arranged along with the longitudinal direction of said nozzle plate 43.

[0024] As well as the bottom manifold plate 12 which the manifold rooms 12a and 12a of the pair as an ink path counter with a nozzle plate 43, the manifold rooms 12b and 12b of a pair are drilled by the spacer plate 13 and the top manifold plate 12 which counters so that it may extend along with the both sides of the train of said nozzle 54. In this case, each manifold rooms 12a and 12b have extended so that it may lap with the train of the pressure room 16 in plane view (refer to drawing 3 and drawing 4).

[0025] In addition, it dents and the manifold rooms 12b and 12b of the bottom manifold plate 12 are formed so that it may open only to the top-face side of this bottom manifold plate 12 (refer to drawing 4). These manifolds rooms 12a and 12b have structure sealed by carrying out the laminating of the spacer plate 13 to the top manifold plate 12.

[0026] Many of the pressure room 16 of the narrow width prolonged in the direction (the direction of a shorter side) which intersects perpendicularly with a base plate 14 to the center line which meets in this direction of a long side is drilled. If the longitudinal datum lines 14a and 14b of the letter of parallel are set up on right-and-left both sides on both sides of said center line, tip 16a of the pressure room 16 on the left of said center line is located on longitudinal datum-line 14a of said left-hand side, and tip 16a of the pressure room 16 on the right of said center line is conversely located on longitudinal datum-line 14b of said right-hand side. Moreover, tip 16a of the pressure room 16 of the right and left concerned is arranged by turns, respectively. Therefore, the pressure room 16 of right-and-left both sides is arranged by turns so that it may extend to hard flow mutually alternately (refer to drawing 4).

[0027] Tip 16a of each of said pressure room 16 is open for free passage to the nozzle 54 of the alternate array in a nozzle plate 43 through the through tube 17 of the diameter of minute drilled in the alternate array on the manifold plate 12 of 13 or 2 spacer plates. On the other hand, other end 16b of each of said pressure room 16 is open for free passage through the through tube 18 drilled in the right-and-left both-sides section of the spacer plate 13 in the manifold rooms 12a and 12b in the manifold plate 12.

[0028] In addition, as shown in drawing 4 , it dents and said other end 16b is formed so that opening may be carried out only to the inferior-surface-of-tongue side of a base plate 14. Moreover, the filter 29 for the dust removal in the ink supplied to the top face of the feed holes 19a and 19a drilled in the end section of the base plate 14 of the maximum upper layer from the upper ink tank (not shown) is stretched. And feed holes 19b and 19b are drilled also in the feed holes 19a and 19a drilled in the end section of a base plate 14 in the spacer plate 13, and a corresponding location.

[0029] By the above, the ink which flowed through the feed holes 19a and 19b in a base plate 14 and the spacer plate 13 in right-and-left both manifolds room 12a and 12b from the ink tank (not shown) After being distributed in each pressure room 16 through each through tube 18 from each of these manifold rooms 12a and 12b, it passes along each through tube 17, and has the composition of resulting in the nozzle 54 corresponding to each pressure room 16

concerned from the inside of each of this pressure room 16 (refer to drawing 3 and drawing 4).

[0030] Next, the structure of the electrostrictive actuator 20 which is a laminating mold piezoelectric device concerning this invention is explained based on drawing 5 - drawing 7 .

[0031] As shown in drawing 5 , the electrostrictive actuator 20 has structure which carried out the laminating of the piezo-electric sheets 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f, 21g, and 22 of eight sheets, and the insulation sheet 23 of one sheet. the 1st operation gestalt -- said each piezo-electric sheet 21a- each thickness of 21g, 22, and an insulation sheet 23 is 15 micrometers - about 40 micrometers. As for an insulation sheet 23, it is desirable on manufacture to use the completely same ingredient as other piezo-electric sheets.

[0032] On both sides which counted to JP,4-341851,A upwards from the piezo-electric sheet 22 of the lowest layer, and it, and inserted Chuo Line of a shorter side into it like the thing of a publication among the front faces (double width side) of the odd-numbered piezo-electric sheets 21b, 21d, and 21f the individual electrode 24 of a narrow width -- each [these] piezo-electric sheets [22, 21b, 21d, and 21f] a shorter side edge and the letter of parallel -- and pattern formation is carried out to seriate in the direction of a long side. The pattern of the individual electrode 24 concerned corresponds to the part of each pressure room 16 in the cavity plate 10. The width-of-face dimension of the electrode 24 according to each [said] is set up so that it may become somewhat narrower than this and the corresponding double width section of the pressure room 16.

[0033] The common common electrode 25 is formed in the front face (double width side) of the even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g from the bottom to two or more pressure rooms 16. The part where said individual electrode 24 and said common electrode 25 lap in the direction of a laminating among said each piezo-electric sheets 21a-21g, i.e., the part across which it faces, is the activity section 35 which produces distortion according to the piezo-electric effect.

[0034] On the other hand, since the pressure room 16 is arranged by 2 seriate along the direction of a long side of a base plate 14, the common electrode 25 is formed in plain-view substantially rectangle-shaped [which is prolonged in the direction of a long side in the center section of the direction of a shorter side of said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g] so that the pressure rooms 16 and 16 of the two trains concerned may be covered in one. The drawer sections 25a and 25a prolonged covering the abbreviation overall length of the shorter side edge concerned are the common electrode 25 and really [said] formed in the near part of the shorter side edge of the pair in said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g.

[0035] Moreover, they are parts other than said activity section 35 (it is the near part of the long side edge of the pair in said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g) among the front faces of said even-numbered piezo-electric sheets 21a, 21c, 21e, and 21g. the part in which said common electrode 25 is not formed -- said individual electrode 24 and abbreviation -- with the same width-of-face dimension, the dummy individual electrodes 26 with short die length are said individual electrode 24 and a corresponding pattern, namely, are formed in the same vertical location as said individual electrode 24. The these dummy individual electrode 24 is for lessening change of the partial thickness at the time of carrying out the laminating of said each piezo-electric sheets 22, 21a-21g and insulation sheet 23, although it threw away and was the electrode of a pattern which does not contribute to the deformation process (distortion) of an electrostrictive actuator 20.

[0036] Among the front faces of said odd-numbered piezo-electric sheets 22, 21b, 21d, and 21f, it throws away into said drawer sections 25a and 25a and a corresponding location (the same vertical location), and the dummy common electrode 27 as an electrode of a pattern is formed in them. In addition, although mentioned later for details, with the 1st operation gestalt, said each electrodes 24, 25, 26, and 27 are the things made from the conductive paste of the Ag-Pd system which contains Pd as an electrical conducting material about 30%.

[0037] The external electrode 30 to said individual electrode 24 and the external electrode 31 to drawer section 25a of said common electrode 25 are formed in the front face of the insulation sheet 23 which is a piezo-electric sheet of the maximum upper layer along the long side edge of the pair of the insulation sheet 23 concerned. With the 1st operation gestalt, said both external electrodes 30 and 31 consist of Ag system ingredient (you may be a minute amount **** thing about Pd) containing Ag which is the principal component of said conductive paste. Moreover, the thickness (thickness of the direction of a laminating (upper and lower sides)) of said both external electrodes 30 and 31 is about 7-17 micrometers.

[0038] Except for the piezo-electric sheet 22 of said lowest layer, the through hole 32 for making all other piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheets 23 flow through said external electrode 30, and the individual electrode 24 and the dummy individual electrode 26 of a location corresponding to this mutually is drilled.

[0039] The through hole 33 for making said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 similarly flow through at least one external electrode 31 (the 1st operation gestalt external electrode 31 of the location of the four

corners of an insulation sheet 23), and the drawer section 25a of a location and dummy common electrode 27 of each other corresponding to this is drilled. Each [these] through holes 32 and 33 are filled up with said individual electrode 24 and the electrical conducting material of the same quality of the material as common electrode 25 grade, i.e., the conductive paste of an Ag-Pd system.

[0040] With the 1st operation gestalt, as shown in drawing 5 and drawing 6, it shifts suitably and each through holes 32 and 33 in said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 are drilled so that it may not align in the shape of a single tier along the direction of a long side of said each piezo-electric sheets 21a-21g and an insulation sheet 23 (direction parallel to the direction of a list of the pattern of said individual electrode 24 (or said dummy individual electrode 26)).

[0041] Namely, sequentially from one shorter side veranda of said insulation sheet 23, from the long side edge of said insulation sheet 23, each through holes 32 and 33 in said insulation sheet 23 are suitably shifted in dimensions L1, L2, L3, and L1 and the location from which only ... was separated, and are suitably drilled in the direction of a shorter side. And so that each through holes 32 and 33 in each lower layer piezo-electric sheets 21a-21g may also be equivalent to each through holes 32 and 33 in said insulation sheet 23 from said insulation sheet 23, respectively (free passage) Sequentially from one said piezo-electric sheets [each / 21a-21g] shorter side veranda, from the said piezo-electric sheets [each / 21a-21g] long side edge, suitably, it shifts suitably in dimensions L1, L2, L3, and L1 and the location from which only ... was separated, and is punctured in the direction of a shorter side.

[0042] In addition, arrangement of each through holes 32 and 33 in said each piezo-electric sheets 21a-21g and insulation sheet 23 is not limited to the above-mentioned pattern, and it shifts suitably and it should just be arranged so that the through hole 32 and 33 comrades which adjoin in said direction of a long side may not align in the shape of a single tier along said direction of a long side.

[0043] Next, the manufacture approach of said electrostrictive actuator 20 is explained based on drawing 9 (A) - (C). First, a through hole 32 is beforehand drilled to the location which throws away into the part set to each piezo-electric sheet 21b (21d, 21f) among the front faces of the 1st material sheet (green sheet) which has the magnitude of piezo-electric sheet 21b (the same is said of 21d, 21f, and 22) in said electrostrictive actuator 20 which arranged two or more parts in in the shape of a matrix with two or more individual electrodes 24, and forms the dummy common electrode 27 as an electrode of a pattern in it.

[0044] In the part which similarly is set to each piezo-electric sheet 21a (21c, 21e, 21g) among the front faces of the 2nd material sheet (green sheet) which has the magnitude of piezo-electric sheet 21a (21c, 21e, the same is said of 21g) which arranged two or more parts in in the shape of a matrix A through hole 33 is beforehand drilled to the location in which it throws away into with drawer section 25a of two or more common electrodes 25, and the dummy individual electrode 26 as an electrode of a pattern is formed.

[0045] Furthermore, through holes 32 and 33 are drilled in the part of each insulation sheet 23 to the location in which two or more external electrodes 30 and 31 are formed among the front faces of the 3rd material sheet (green sheet) which has the magnitude which arranged the plurality of an insulation sheet 23 in in the shape of a matrix.

[0046] Subsequently, the individual electrode 24 and the dummy common electrode 27 are formed in a said piezo-electric sheets [each / 22, 21b, 21d, and 21f] front face by the screen-stencil which used the conductive paste of the Ag-Pd system as an electrical conducting material for the common electrode 25 and the dummy individual electrode 26, respectively on a said piezo-electric sheets [each / 21a 21c, 21e, and 21g] front face.

[0047] Moreover, tabs 60 and 61 (refer to drawing 9 (A)) are formed in the location (location of each of said through holes 32 and 33) in which two or more external electrodes 30 and 31 are formed among the front faces of each of said insulation sheet 23 by the screen-stencil which used the conductive paste of the Ag-Pd system as an electrical conducting material, respectively.

[0048] In this case, since it has penetrated to the vertical double width side of said the 1st - 3rd material sheet, said electrical conducting material permeates into said each through hole 32 and 33, and the flow of said each through holes 32 and 33 is attained through said each through holes 32 and 33 in the vertical side of a sheet through said each electrode sections 24-27 and said each tabs 60 and 61.

[0049] Moreover, with the 1st operation gestalt, the area seen from [of each of said tabs 60 and 61] the laminating is suitably set up so that the area after these baking may be 1/2 or more twice the area of this and the corresponding external electrodes 30 and 31 and it may become 1 or less-time magnitude.

[0050] Subsequently, said each material sheet is dried, after carrying out a laminating, by pressing in the direction of a laminating, it unifies by carrying out, and considers as the layered product of one sheet (refer to drawing 9 (A)), and this layered product is calcinated at the temperature of about 1100 degrees C. If it does so, as shown in drawing 9 (B), each tabs 60 and 61 on said each insulation sheet 23 will contract by baking. Here, the area seen from [of each of said tabs

60 and 61] the laminating is 1/2 or more twice the area of this and the corresponding external electrodes 30 and 31, and serves as 1 or less-time magnitude.

[0051] And the external electrodes 30 and 31 which consist of Ag system ingredient are formed in each thick tabs 60 and 61 (the 1st operation gestalt about 1 micrometer) which became thin by screen-stencil, and it can be burned on them at the temperature of about 600 degrees C (refer to drawing 9 (C)). It cuts into after that predetermined magnitude.

[0052] In two or more piezo-electric sheets 22, 21a-21g and insulation sheets 23 which carried out the laminating up and down by the above While the individual electrode 24, the dummy individual electrode 26, and the external electrode 30 of the same vertical location are electrically connected through the electrical conducting material in a through hole 32 Similarly the common electrode 25 of two or more upper and lower sides, the dummy common electrode 27, and the external electrode 31 are electrically connected through the electrical conducting material in a through hole 33 (refer to drawing 7).

[0053] With the 1st operation gestalt, since each tabs 60 and 61 made from the conductive paste of the Ag-Pd system which carried out printing formation are calcinated at an elevated temperature (this operation gestalt about 1100 degrees C) on said insulation sheet 23, said each tabs 60 and 61 and said insulation sheet 23 can be stuck firmly.

[0054] And what use a metal (the 1st operation gestalt Ag) of the same kind as a principal component since the external electrodes 30 and 31 which consist of Ag system ingredient can be burned at low temperature (this operation gestalt about 600 degrees C) is made joined to each tabs 60 and 61 made from said Ag-Pd system conductive paste, and the adhesion reinforcement of each of said external electrodes 30 and 31 to said each tabs 60 and 61 will become high.

[0055] Therefore, even if it does not calcinate said each external electrodes 30 and 31 at an elevated temperature, said each tabs 60 and 61 can fully secure the adhesion reinforcement of each of said external electrodes [as opposed to said insulation sheet 23 for the role of a binder] 30 and 31 sure enough. It faces that this joins said each external electrodes 30 and 31 and said flexible printed cable 40 by solder, and generating of a defect, like said each external electrodes 30 and 31 separate from said insulation sheet 23 can be reduced remarkably.

[0056] Moreover, it sees from a laminating, the area after elevated-temperature baking of said each tabs 60 and 61 is 1/2 or more twice the area of this and the corresponding external electrodes 30 and 31, and since it is 1 or less-time magnitude, a touch area with said each external electrodes 30 and 31 becomes large like said before rather than the configuration which joins electrically an external electrode and the conductive paste in a through hole. the reservation of the adhesion reinforcement of each of said external electrodes 30 and 31 to said insulation sheet 23 can be attained certainly by this -- in addition, it can flow certainly to said each external electrodes 30 and 31, the individual electrode 24 corresponding to this, or common electrode 25 grade, and generating of a poor contact etc. can be reduced remarkably.

[0057] Therefore, according to this manufacture approach, the reliable electrostrictive actuator 20 can be manufactured.

[0058] As shown in drawing 1 , drawing 2 , and drawing 8 , the adhesives sheet 41 which consists of synthetic-resin material of the ink non-permeability as an adhesives layer is beforehand stuck on the whole inferior surface of tongue (the pressure room 16 of the cavity plate 10, and double width side which counters) of said electrostrictive actuator 20, and subsequently it is pasted up and fixed to said cavity plate 10 so that the electrode 24 according to each in said electrostrictive actuator 20 may correspond to each of each pressure room 16 in said cavity plate 10.

[0059] Moreover, various kinds of circuit patterns (not shown) in said flexible printed cable 40 are electrically joined to said each external electrodes 30 and 31 by piling up and pressing said flexible printed cable 40 by the top face in said electrostrictive actuator 20.

[0060] Here, since said each external electrodes 30 and 31 are not calcinated at an elevated temperature, few, oxidizing is thickness (the 1st operation gestalt about 7-17 micrometers) thicker than said each tabs 60 and 61, and it can also fully secure the bonding strength for joining both [these] the external electrodes 30 and 31 and the flexible printed cable 40 as an external connecting means by solder.

[0061] in addition, as an ingredient of the adhesives layer of said adhesives sheet 41 grade Are ink non-permeability at least, and it has electric insulation. The polyamide system hot melt form adhesives which use the polyamide resin of a nylon system or the dimer acid base as a principal component, After applying polyolefine system hot melt form adhesives to the inferior surface of tongue of said electrostrictive actuator 20, you may make it paste up and fix at said cavity plate 10, although the thing of the shape of a film of polyester system hot melt form adhesives may be used. The thickness of a glue line is about 1 micrometer.

[0062] And polarization processing of the part pinched between the full-individual electrode 24 and the common electrode 25 between the piezo-electric sheets [21a-21g] above-mentioned two electrodes 24 and 25 by carrying out the seal of approval of the electrical potential difference higher than the time of anticipated use is carried out.

[0063] In the above configuration, by impressing an electrical potential difference between the individual electrode 24

of arbitration, and the common electrode 25 among the electrodes 24 according to each in said electrostrictive actuator 20 By the part corresponding to the individual electrode 24 which impressed said electrical potential difference among said piezo-electric sheets 21a-21g producing distortion of the direction of a laminating by piezo-electricity, and reducing the content volume of the pressure room 16 corresponding to the electrode 24 according to each [said] by this distortion The ink in the pressure room 16 concerned blows off from a nozzle 54 liquid drop-like, and predetermined printing is performed (refer to drawing 8).

[0064] Drawing 10 - drawing 13 show the 2nd operation gestalt of this invention. In addition, in this operation gestalt, what does not change a configuration and an operation to the 1st operation gestalt attaches the same sign as the thing of the 1st operation gestalt, and omits that detailed explanation.

[0065] The structure of electrostrictive actuator 20' of the 2nd operation gestalt is explained based on drawing 10 - drawing 12 . Said electrostrictive actuator 20' has structure which carried out the laminating of piezo-electric sheet of two sheets 22', 21', and insulation sheet of one sheet 23'. every part of each pressure room [in / in the front face (double width side) of piezo-electric sheet 22' of the lowest layer / the cavity plate 10] 16 -- individual electrode 24' of a narrow width -- the shorter side edge and the letter of parallel of the piezo-electric sheet 22' concerned -- and pattern formation is carried out to seriate in the direction of a long side. In addition, the drive electrode 24' concerned is exposing the end section 24a' on one long side edge of piezo-electric sheet 22' of said lowest layer.

[0066] To two or more pressure rooms 16, common common electrode 25' is formed in the front face (double width side) of piezo-electric sheet 21' of a two-layer eye plain-view substantially rectangle-shaped so that each [these] pressure room 16 may be covered in one. As drawer section 25a' prolonged covering the abbreviation overall length of the shorter side edge concerned and 25a' are exposed to one long side edge of piezo-electric sheet 21' of said two-layer eye, they are common electrode 25' and really [said] formed in the near part of the shorter side edge of the pair in piezo-electric sheet 21' of said two-layer eye. The part where said individual electrode 24' and said common electrode 25' lap in the direction of a laminating among said piezo-electric sheet 21' is activity section 35' which produces distortion according to the piezo-electric effect.

[0067] It throws away into parts other than said activity section 35' among the front faces of piezo-electric sheet 21' of said two-layer eye, and dummy individual electrode 26' which is the electrode of a pattern is formed in the same vertical location as said individual electrode 24'. Among the front faces of piezo-electric sheet 22' of said lowest layer, it throws away into said drawer section 25a' and a corresponding location (the same vertical location), and dummy common electrode 27' as an electrode of a pattern is formed in them.

[0068] In addition, end section 26a[of said dummy individual electrode 26'] ' is exposed to the long side edge of piezo-electric sheet 21' of said two-layer eye, and end section 27a[of said dummy common electrode 27'] ' is exposed to the long side edge of piezo-electric sheet 22' of said lowest layer, respectively. In the 2nd operation gestalt, said each electrode 24', 25', 26', and 27' are the things made from the conductive paste of the Ag-Pd system as an electrical conducting material.

[0069] Among the front faces of the insulation sheet 23 of the maximum upper layer, tab 60' made from the conductive paste of an Ag-Pd system and 61' are formed in the location corresponding to drawer section 25a[of said individual electrode 24' or said common electrode 25'] ' along the long side edge of the pair of the insulation sheet 23' concerned, and external electrode 30' for connecting with the flexible printed cable 40 on each [these] tab 60' and 61' and 31' are arranged in it. With the 2nd operation gestalt, said both external electrode 30' and 31' consist of Ag system ingredient containing Ag which is the principal component of said conductive paste.

[0070] In the right-and-left both-sides side which intersects perpendicularly with the front **** double width side of said electrostrictive actuator 20' Side-face electrode 50' which connects end section 24a[of individual electrode 24'] ' and dummy individual electrode 26a' which were exposed to the right-and-left both-sides side of said each piezo-electric sheet 21' and 22' in the direction of a laminating Moreover, pattern formation of side-face electrode 51' which connects drawer section 25a[of common electrode 25'] ' and edge 27a[of dummy common electrode 27'] ' in the direction of a laminating is carried out in the conductive paste of Ag system, respectively. The upper limit of each [these] side-face electrode 50' and 51' is connected to external electrode 30' corresponding to this, and 31'. Therefore, said individual electrode 24' and said common electrode 25' are electrically connected with each [these] side-face electrode 50', external electrode 30' which corresponds through 51', and 31'.

[0071] Among the base plates 14 in said cavity plate 10, the depression slots 62 and 63 for not contacting said each external electrode 30' and 31' on said cavity plate 10 are drilled in the part corresponding to the right-and-left both-sides side of said electrostrictive actuator 20' so that it may extend along said right-and-left both-sides side. Each [these] depression slots 62 and 63 are for preventing connecting too hastily between said each side-face electrode 50' and 51'.

[0072] Next, the manufacture approach of said electrostrictive actuator 20' is explained based on drawing 13 (A) - (D).

First, individual electrode 24' and dummy common electrode 27' are formed in the front face of the 4th material sheet (green sheet) which has the magnitude which arranged the plurality of piezo-electric sheet 22' in said electrostrictive actuator 20' in in the shape of a matrix by the screen-stencil which used the conductive paste of the Ag-Pd system as an electrical conducting material.

[0073] Common electrode 25' and dummy individual electrode 26' are formed in the front face of the 5th material sheet (green sheet) which similarly has the magnitude which arranged the plurality of piezo-electric sheet 21' in in the shape of a matrix by the screen-stencil which used the conductive paste of the Ag-Pd system as an electrical conducting material.

[0074] Furthermore, it sets on the front face of the 5th material sheet (green sheet) which has the magnitude which arranged the plurality of insulation sheet 23' in in the shape of a matrix. In individual electrode 24' (dummy individual electrode 26') and a corresponding location, tab 60' Tab 61' is formed in drawer section 25a[of common electrode 25'] ' (dummy common electrode 27'), and a corresponding location by the screen-stencil which used the conductive paste of the Ag-Pd system as an electrical conducting material, respectively.

[0075] In addition, the area seen from [of said each tab 60' and 61'] the laminating also with the 2nd operation gestalt is suitably set up so that the area after these elevated-temperature baking may be 1/2 or more twice the area of this, corresponding external electrode 30', and 31' and it may become 1 or less-time magnitude.

[0076] Subsequently, said each material sheet is dried, after carrying out a laminating, by pressing in the direction of a laminating, it unifies by carrying out, and considers as the layered product of one sheet (refer to drawing 13 (A)), and this layered product is calcinated at the temperature of about 1100 degrees C. If it does so, as shown in drawing 13 (B), each tab 60' on said each insulation sheet 23' and 61' will contract by baking. Here, like the 1st operation gestalt, the area seen from [of said each tab 60' and 61'] the laminating is 1/2 or more twice the area of this, corresponding external electrode 30', and 31', and serves as 1 or less-time magnitude.

[0077] Subsequently, the layered product of each of said material sheet is cut into predetermined magnitude, the posture of the layered product of piezo-electric sheet 21' obtained by this - 23' is replaced with, and the side face of the layered product concerned is turned upward. And each side-face electrode 50' is formed by the screen-stencil using the conductive paste of Ag system so that it may lap with end section 26a[of end section 24a/ of individual electrode 24' corresponding to this /', and dummy individual electrode 26']'.

[0078] Similarly, each side-face electrode 51' is formed by the screen-stencil using the conductive paste of Ag system so that it may lap with end section 27a[of drawer section 25a/ of common electrode 25' corresponding to this /', and dummy common electrode 27']' (refer to drawing 13 (C)).

[0079] Subsequently, the posture of the layered product of said piezo-electric sheet 21' - 23' is again replaced with, and the double width side by the side of insulation sheet 23' (double width side with tab 60' and 61') is turned upward in this layered product. And it forms by screen-stencil so that it may lap with each tab 60' on said insulation sheet 23' and external electrode 30' which consists of Ag system ingredient may be connected to the upper limit section of side-face electrode 50' corresponding to the external electrode 30' concerned.

[0080] Similarly, external electrode 31' which consists of Ag system ingredient is formed by screen-stencil so that it may lap with each tab 61' on said insulation sheet 23' and may connect with the upper limit section of side-face electrode 51' corresponding to the external electrode 31' concerned. And it carries out by the ability being burned at the temperature of about 600 degrees C (refer to drawing 13 (D)).

[0081] In two or more piezo-electric sheet 22' which carried out the laminating up and down by the above, 21', and insulation sheet 23' Individual electrode 24' of a vertical location, same dummy individual electrode 26', and same external electrode 30' While connecting electrically through side-face electrode 50' corresponding to these, similarly common electrode of two or more upper and lower sides 25', dummy common electrode 27', and external electrode 31' are electrically connected through side-face electrode 51' corresponding to these (refer to drawing 12).

[0082] With the 2nd operation gestalt, it faces sticking said each external electrode 30' and 31' on the front face of insulation sheet 23' in said electrostrictive actuator 20'. As opposed to each tab 60' firmly stuck on said insulation sheet 23' by calcinating at an elevated temperature (this operation gestalt about 1100 degrees C), and 61' said each external electrode 30' and 31' be burned at low temperature (this operation gestalt about 600 degrees C), since it carries out What use a metal (the 2nd operation gestalt Ag) of the same kind as a principal component is made joined, and the adhesion reinforcement of said each tab 60', said each external electrode 30' to 61', and 31' increases.

[0083] Therefore, even if it does not calcinate said each external electrode 30' and 31' at an elevated temperature, said each tab 60' and 61' can fully secure the adhesion reinforcement of said each external electrode 30' [as opposed to said insulation sheet 23' for the role of a binder], and 31' sure enough.

[0084] Thereby, like the 1st operation gestalt, it faces joining said each external electrode 30', 31', and said flexible

printed cable 40 by solder, and generating of a defect, like said each external electrodes 30 and 31 separate from said electrostrictive actuator 20' can be reduced remarkably.

[0085] It sees from a laminating. Moreover, the area after elevated-temperature baking of said each tab 60' and 61' It is 1/2 or more twice the area of this, corresponding external electrode 30', and 31', and since it is 1 or less-time magnitude, a touch area with said each external electrode 30' and 31' is fully obtained, and reservation of the adhesion reinforcement of said each external electrode 30' to said insulation sheet 23' and 31' can be attained certainly.

[0086] Also in the 2nd operation gestalt, reliable electrostrictive actuator 20' can be manufactured by the above.

[0087] Moreover, various kinds of circuit patterns (not shown) in said flexible printed cable 40 are electrically joined to said each external electrode 30' and 31' by piling up and pressing said flexible printed cable 40 by the top face in said electrostrictive actuator 20'.

[0088] Here, since it is little [and] thickness (the 2nd operation gestalt about 7-17 micrometers) thicker than said each tab 60' and 61' to oxidize since it does not calcinate at an elevated temperature, said each external electrode 30' and 31' can also fully secure the bonding strength for joining both [these] external electrode 30', 31', and said flexible printed cable 40 by solder.

[0089] This invention can be materialized not only in the above-mentioned operation gestalt but in various modes. For example, although the piezo-electric sheet 22 and 22' were adopted as the electrostrictive actuator 20 and the lowest layer of 20', as long as it tells distortion of the piezo-electric sheet of other layers to a pressure room, other insulating materials may be used. Moreover, other insulating materials may be used also about the insulation sheet 23 of the maximum upper layer, and 23'. In this case, it is desirable that it is what controls distortion which projects upwards (the cavity plate 10 and opposite side) among distortion of a piezo-electric sheet.

[Translation done.]

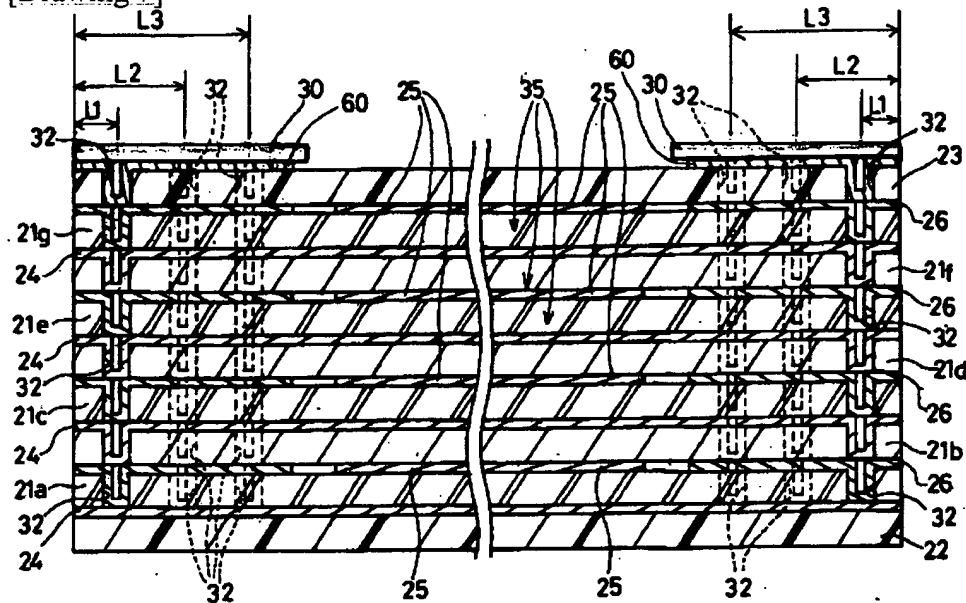
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

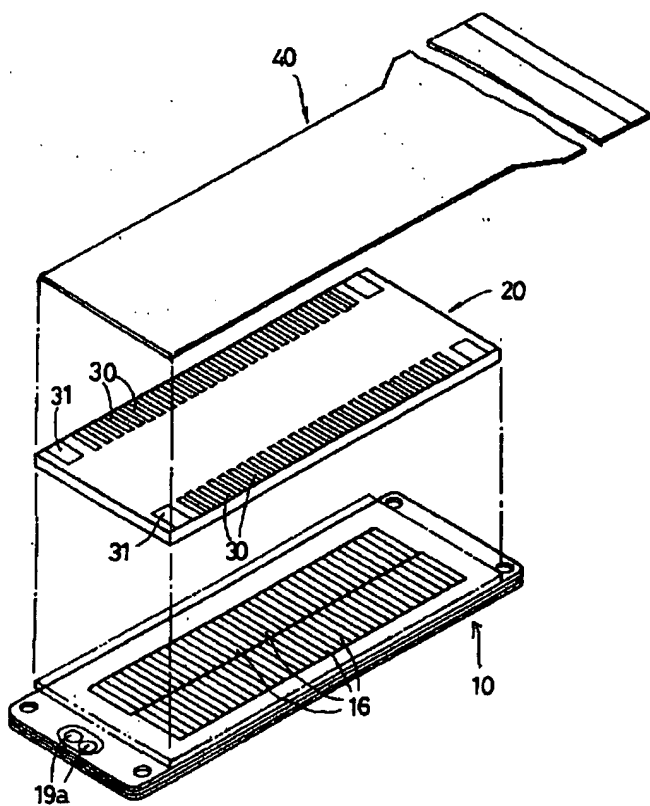
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

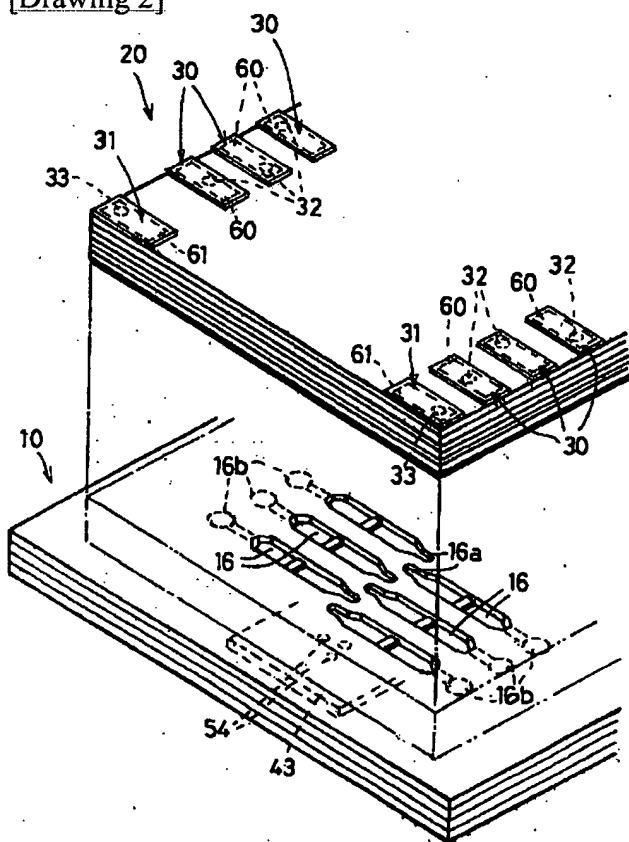
[Drawing 7]



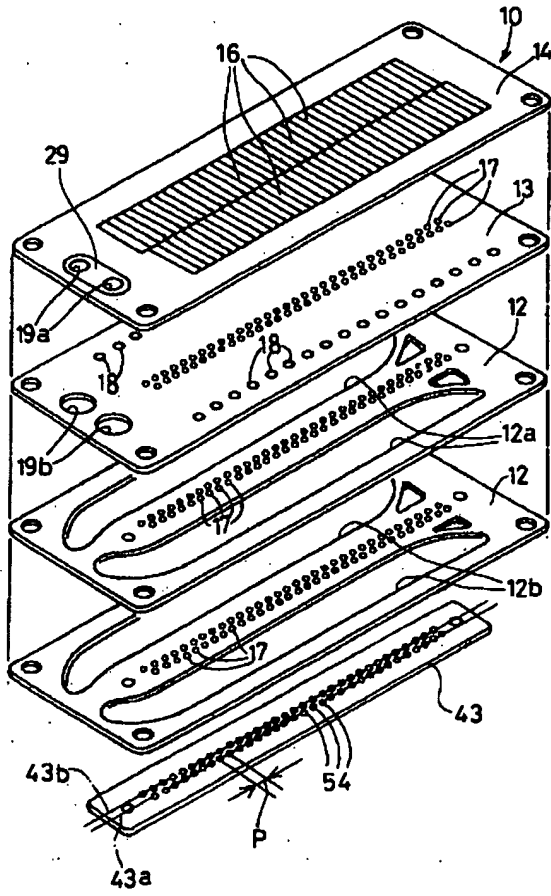
[Drawing 1]



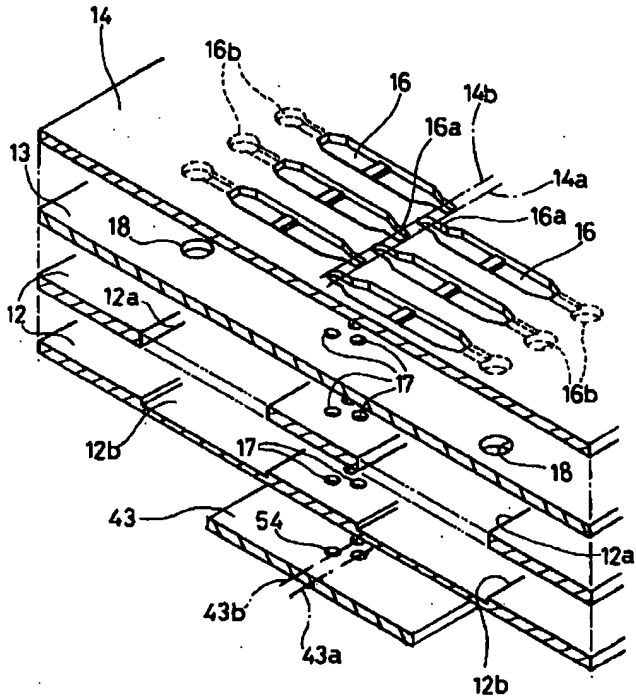
[Drawing 2]



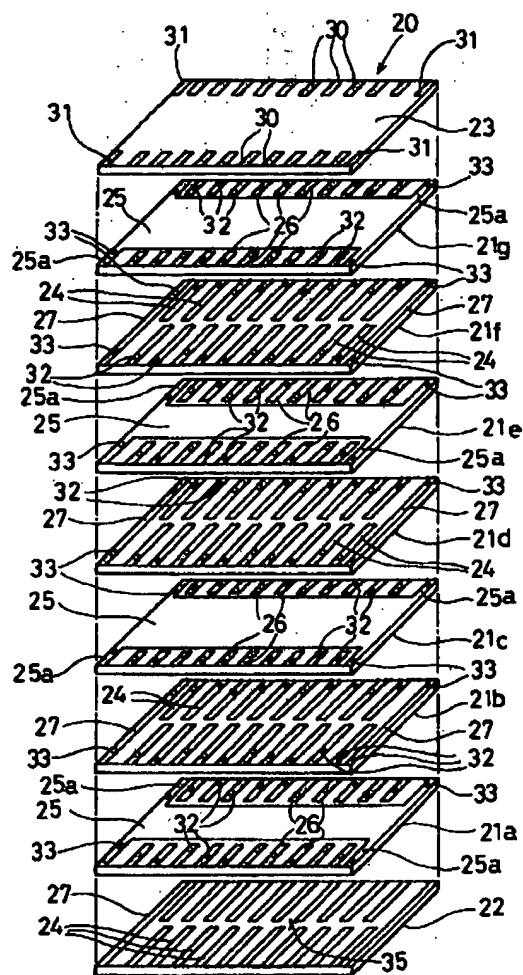
[Drawing 3]



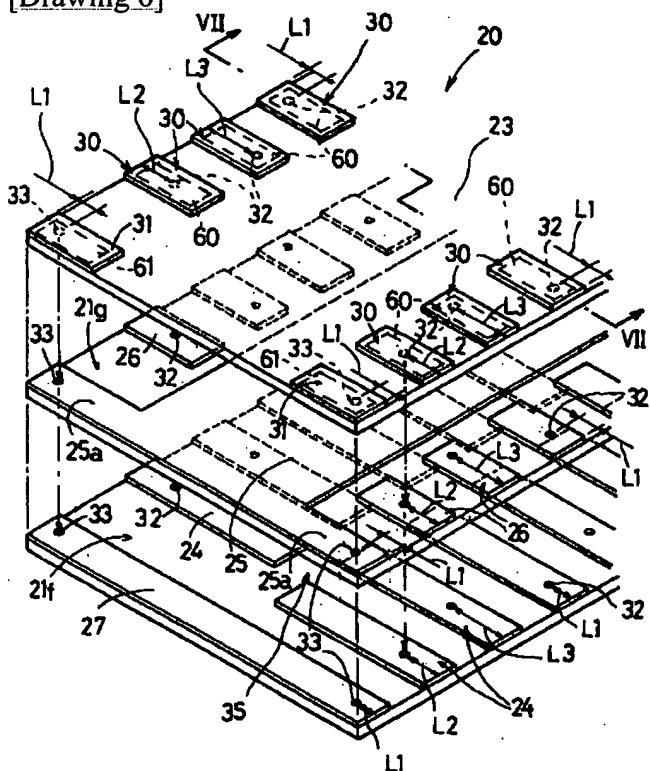
[Drawing 4]



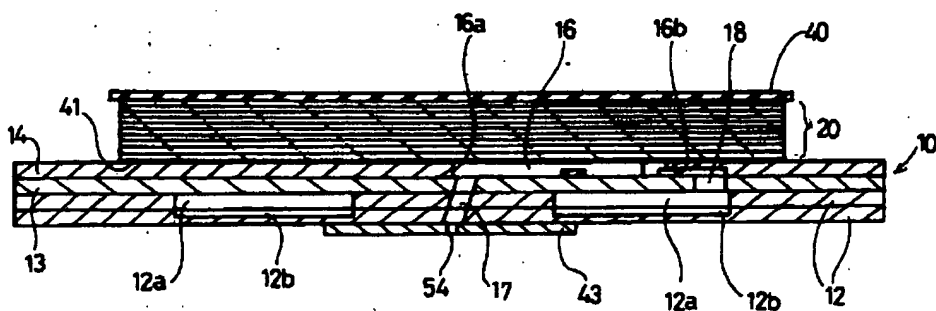
[Drawing 5]



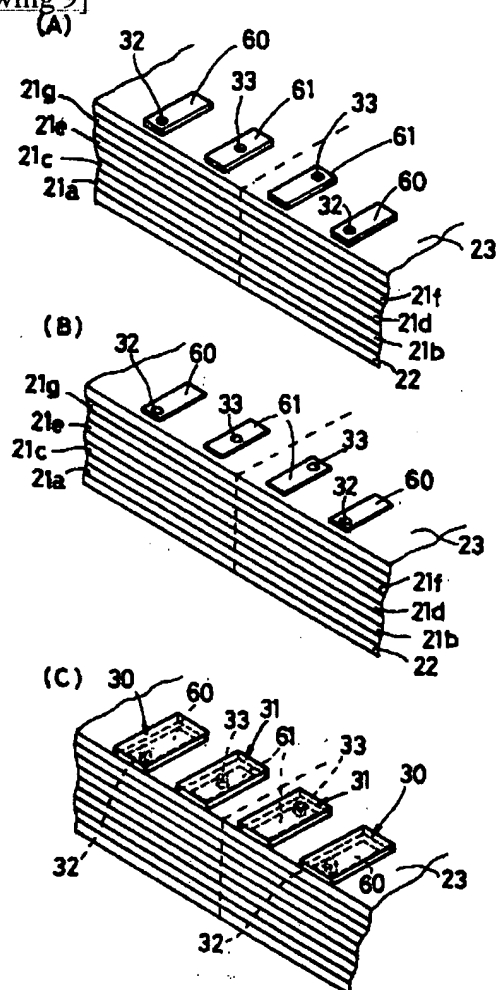
[Drawing 6]



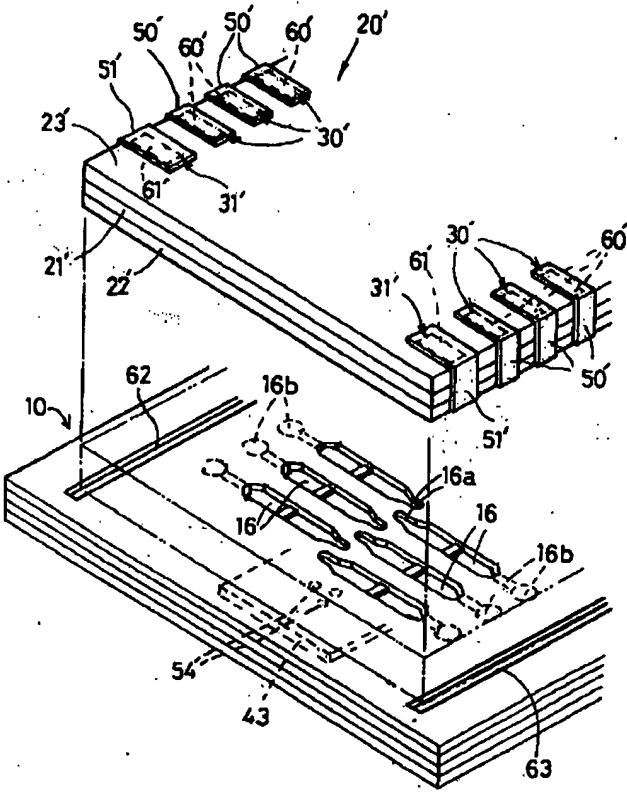
[Drawing 8]



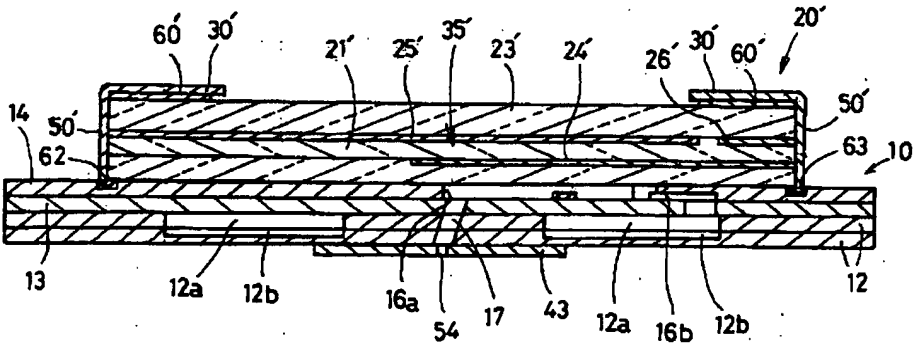
[Drawing 9]



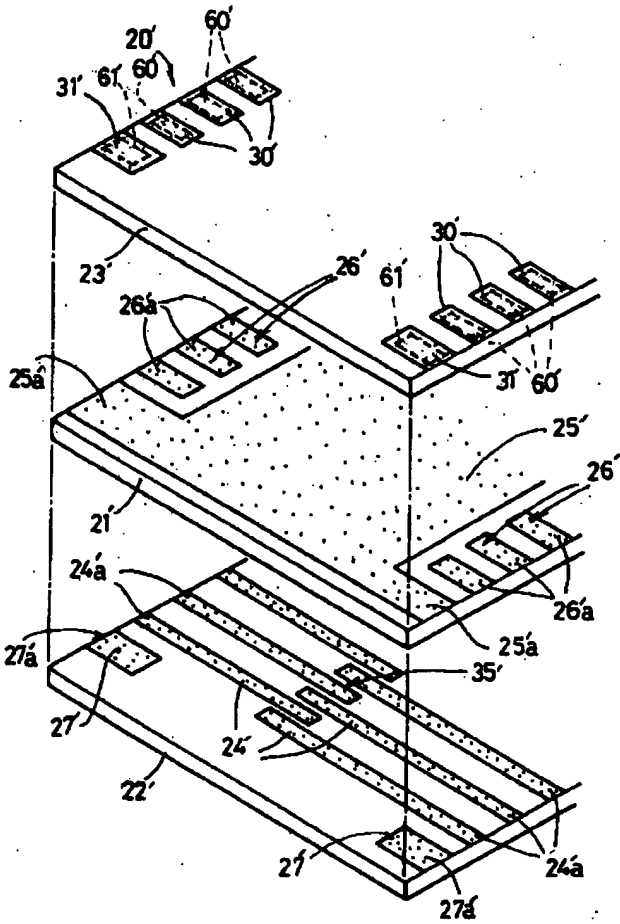
[Drawing 10]



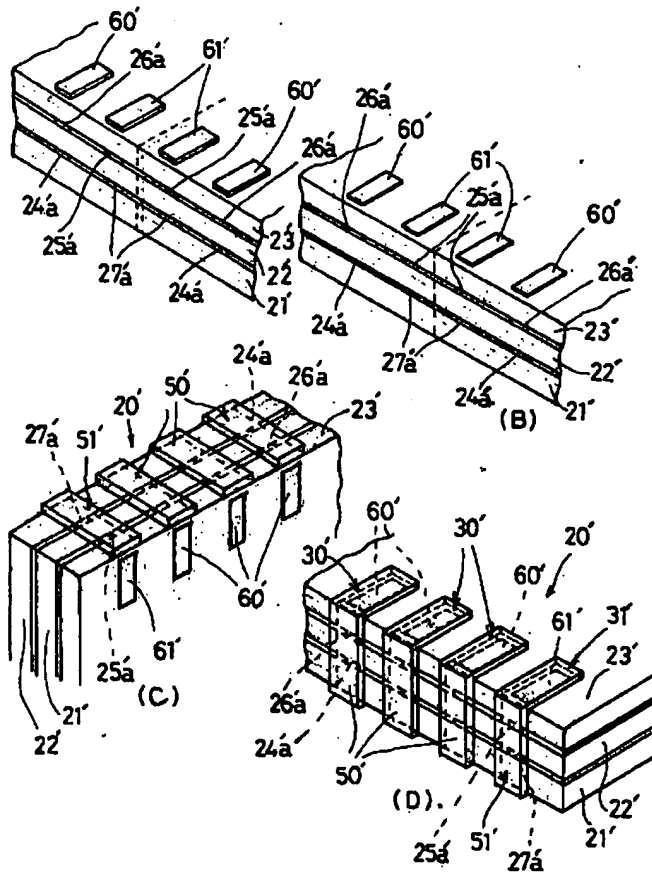
[Drawing 12]



[Drawing 11]



[Drawing 13]
(A)



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-254657

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/16
H01L 41/08

(21)Application number : 2001-056801

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 01.03.2001

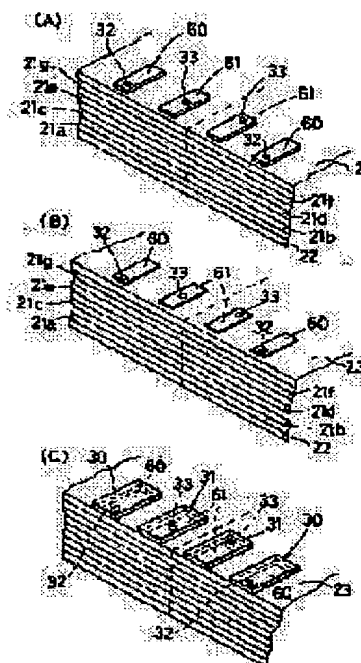
(72)Inventor : TAKAGI ATSUHIRO

(54) MANUFACTURING METHOD FOR LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance adhesion strength of each external electrodes 30 and 31 to an insulating sheet 23 in a manufacturing method for a piezoelectric actuator 20 which is used as a drive source of an ink jet head.

SOLUTION: Patterns of an independent electrode or common electrode are formed on surfaces of piezoelectric sheets 21a-21g and 22 with Ag-Pd type conductive paste while tubs 60 having patterns corresponding to the independent electrode or common electrode are formed on a surface of an insulating sheet 23 with the conductive paste. After a lamination body of these sheets 21a-21g, 22 and 23 is baked and formed, the external electrodes 30 for connecting to a flexible print cable are baked and formed in the tubs 60.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-254657

(P 2002-254657 A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002. 9. 11)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マ-ド (参考)

B 4 1 J 2/16

B 4 1 J 3/04 1 0 3 H 2C057

H 0 1 L 41/08

H 0 1 L 41/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-56801 (P2001-56801)

(22) 出願日 平成13年3月1日 (2001. 3. 1)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 高木 淳宏

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー
工業株式会社内

(74) 代理人 100079131

弁理士 石井 暁夫 (外2名)

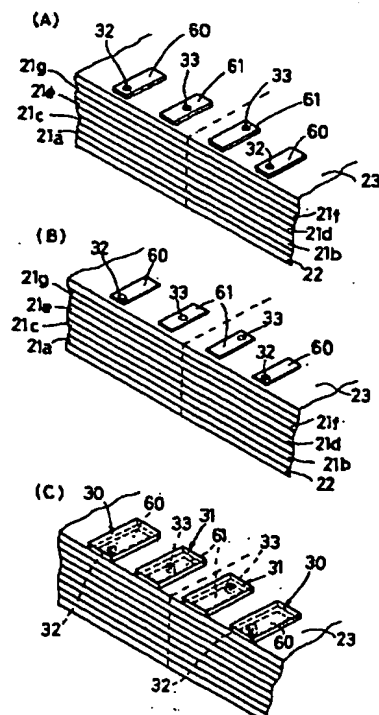
Fターム(参考) 2C057 AF93 AG47 AP16 AP21

(54) 【発明の名称】 積層型圧電素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 インクジェットヘッドの駆動源として用いる圧電アクチュエータ 20 の製造方法において、各外部電極 30、31 と絶縁シート 23 との密着強度を高める。

【解決手段】 圧電シート 21a ~ 21g、22 の表面に、個別電極またはコモン電極のパターンを、Ag-Pd 系の導電ペーストにて形成する一方、絶縁シート 23 の表面に、個別電極またはコモン電極と対応するパターンのタブ 60 を前記導電ペーストにて形成し、これら各シート 21a ~ 21g、22、23 の積層体を焼成したのち、タブ 60 にフレキシブルプリントケーブルと接続するための外部電極 30 を焼き付け形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の圧電シートにおける一方の広幅面に、個別電極またはコモン電極のパターンを導電材料にて形成する一方、

絶縁シートの一方向の広幅面に、前記個別電極または前記コモン電極と対応するパターンのタブを導電材料にて形成し、

前記圧電シートの積層体における表裏両広幅面のうち一方の広幅面に、前記絶縁シートを、前記各タブが前記積層体における積層方向の外側に現れるように積層し、

前記絶縁シート付きの積層体を焼成したのち、

前記各タブに対して、フレキシブルプリントケーブル等の外部接続手段と接続するための外部電極を焼き付け形成することを特徴とする積層型圧電素子の製造方法。

【請求項 2】 積層方向から見て、前記各タブの焼成後の面積は、これと対応する外部電極の面積の 1/2 倍以上でかつ 1 倍以下の大きさとすることを特徴とする請求項 1 に記載の積層型圧電素子の製造方法。

【請求項 3】 前記導電材料として Ag-Pd 系の導電ペーストを用いた場合は、前記外部電極として Ag 系材料を用いることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の積層型圧電素子の製造方法。

【請求項 4】 前記各圧電シート及び絶縁シートには、前記電極のパターン及び前記タブに対応する箇所にもスルーホールを形成するとともに、当該各スルーホールには、前記電極のパターン及び前記タブと連続した導電材料を充填することを特徴とする請求項 1～3 のうちのいずれかに記載の積層型圧電素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インクジェットヘッド等の各種装置において、駆動源として使用される積層型圧電素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、圧電素子は、圧電効果により電気エネルギーを機械的変位（歪み）に変換する特性を利用して、様々な装置の駆動源（圧電アクチュエータ）として用いられている。

【0003】 その中でも、歪みによる変位量を大きくするため積層型とした圧電素子は、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）等のセラミック材料から成る圧電シートの表面（一方の広幅面）に、Ag（銀）-Pd（パラジウム）系の導電ペーストにて、個別電極またはコモン電極のパターンを印刷形成し、前記個別電極を有する複数の圧電シートと、前記コモン電極を有する複数の圧電シートとを交互に積層するとともに、その一方の広幅面に積層した絶縁シートの表面には、外部から選択的に電圧を印加させて駆動させるべく、フレキシブルプリントケーブルを接続するための外部電極を、前記個別電極または前記コモン電極と対応するパターンにて形成した構造と

なっている。

【0004】 この外部電極を設ける方法は、従来主として 3 つの方法があった。

【0005】 その 1 つの方法は、圧電シートの表面にコモン電極や個別電極を形成するとともに、その一部を圧電シートの端面に露出するように延長させ、これら複数の圧電シートとその最上層に電極を有しない絶縁シートとを積層して高温（例えば、1100℃程度）で焼成する。次いで、この積層体の積層端面には、前記個別電極の端面同士及びコモン電極の端面同士を積層方向に接続するように側面電極を Ag（銀）-Pd（パラジウム）系の導電ペーストにてパターン形成するとともに、この各側面電極と導通するように、前記絶縁シートの広幅表面に同じ導電材料（導電ペースト）にて外部電極を塗布形成したのち、比較的低温（例えば、600℃程度）で焼き付けするという方法である。

【0006】 第 2 の方法は、前記コモン電極や個別電極を形成した各圧電シート及び絶縁シートに、積層方向に隣接する個別電極同士またはコモン電極同士に連通するスルーホールを設け、当該各スルーホールに同じ導電材料（導電ペースト）を充填した後、これら圧電シート及び絶縁シートを積層し、その後、前述のように高温で焼成する。次いで、前記絶縁シートの広幅の表面には、前記各スルーホール箇所毎に、外部電極を Ag（銀）-Pd（パラジウム）系の導電ペーストにて塗布形成し、これを低温で焼き付けするのである。

【0007】 第 3 の方法は、前記コモン電極や個別電極を形成した各圧電シート及び絶縁シートに、積層方向に隣接する個別電極同士またはコモン電極同士に連通するスルーホールを設け、当該各スルーホールに同じ導電材料を充填するとともに、前記絶縁シートの広幅表面に前記各スルーホールに導通するように同じ導電材料にて外部電極としてのタブを絶縁シートの広幅面にパターン形成し、これらを積層した後、高い温度で焼成するというものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記第 1 及び第 2 の方法のように、低温で焼き付けした外部電極は、絶縁シートの広幅面との密着強度が弱いため、該外部電極を介してフレキシブルプリントケーブルと半田接続した場合、絶縁シートに対して外部電極が剥がれて電氣的接続が不完全もしくは安定しないという問題があった。前記導電ペーストに、ガラスフリットを混合させても、密着強度の向上に限度があった。

【0009】 他方、前記第 3 の方法によるときは、前記高温で焼成した外部電極としてのタブの箇所は、焼成により収縮するとともに、タブの表面が前記高温により酸化するため、前記フレキシブルプリントケーブルの電極部との半田接合強度を十分に確保することが難しいという問題があった。

【0010】本発明は、前記従来の問題を解消することを技術的課題とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】この技術的課題を解決するため、本発明に係る積層型圧電素子の製造方法は、複数の圧電シートにおける一方の広幅面に、個別電極またはコモン電極のパターンを導電材料にて形成する一方、絶縁シートにおける一方の広幅面に、前記個別電極または前記コモン電極と対応するパターンのタブを導電材料にて形成し、前記圧電シートの積層体における表裏両広幅面のうち一方の広幅面に、前記絶縁シートを、前記各タブが前記積層体における積層方向の外側に現れるように積層し、前記絶縁シート付きの積層体を焼成したのち、前記各タブに対して、フレキシブルプリントケーブル等の外部接続手段と接続するための外部電極を焼き付け形成するというものである。

【0012】また、請求項2の発明は、請求項1に記載の積層型圧電素子の製造方法において、積層方向から見て、前記各タブの焼成後の面積を、これと対応する外部電極の面積の1/2倍以上でかつ1倍以下の大きさとするというものである。

【0013】請求項3の発明は、請求項1または2に記載の積層型圧電素子の製造方法において、前記導電材料としてAg-Pd系の導電ペーストを用いた場合に、前記外部電極としてAg系材料を用いるというものである。

【0014】さらに、請求項4の発明は、請求項1～3のうちのいずれかに記載した積層型圧電素子の製造方法において、前記各圧電シート及び絶縁シートに、前記電極のパターン及び前記タブに対応する箇所にもスルーホールを形成するとともに、当該各スルーホールに、前記電極のパターン及び前記タブと連続した導電材料を充填するというものである。

【0015】

【発明の効果】請求項1のように、絶縁シート上に導電材料製のタブを介して外部電極を形成するから、積層体を焼成する際、高い温度で絶縁シート上に導電材料製のタブを強固に密着させることができ、さらにそのタブと外部電極とは導電材料同士であるから、外部電極を低温で焼き付けたとしても相互に強固に密着させることができる。また、外部電極を焼き付けるとき低温でよいから、酸化等が少なく、フレキシブルプリントケーブル等の外部接続手段との接合強度も十分に確保することができる。

【0016】請求項2～4に記載の製造方法は、いずれも請求項1の製造方法をより具体化したものである。請求項2の製造方法によると、積層方向から見て、前記各タブの焼成後の面積が、これと対応する外部電極の面積の1/2倍以上でかつ1倍以下の大きさとするから、前記外部電極との接触面積を十分に得て、前記絶縁シート

に対する前記外部電極の密着強度の確保を確実に達成できる。

【0017】また、請求項3のように、前記タブをAg-Pd系の導電ペースト製とした場合は前記外部電極をAg系材料製とすると、同種金属を主成分とするもの同士を焼き付けることになるから、前記外部電極を高温で焼成しなくても、前記タブに対する外部電極の密着強度が向上し、請求項1の作用効果を確実に達成することができる。

10 【0018】さらに、請求項4のように、前記各圧電シート及び前記絶縁シートには、前記電極のパターン及び前記タブに対応する箇所にもスルーホールを形成し、当該各スルーホールには、前記電極のパターン及び前記タブと連続した導電材料を充填すると、請求項1の作用効果を得ること、すなわち、前記絶縁シートに対する前記各外部電極の密着強度を十分に確保できることに加えて、前記外部電極とこれに対応する個別電極やコモン電極等に対して確実に導通でき、電気的接触不良等の発生を著しく低減できる。

20 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した実施形態を、圧電式インクジェットヘッドに適用した場合の図面（図1～図13）に基づいて説明する。

30 【0020】図1～図9は本発明の第1実施形態を示している。図1、図2及び図8に示すように、金属板製のキャビティプレート10に接合するプレート型の圧電アクチュエータ20の上面（広幅面）には、外部機器との接続のために、外部接続手段としてのフレキシブルプリントケーブル40が重ね接合されており、キャビティプレート10の下面側に開口したノズル54から下向きにインクが吐出するものである。

【0021】図3及び図4に示すように、キャビティプレート10は、ノズルプレート43、2枚のマニホルドプレート12、スペーサプレート13及びベースプレート14の5枚の薄板を接着にて重ね接合することにより積層した構造となっている。第1実施形態では、ノズルプレート43を除いた各プレート12、13、14は、42%ニッケル合金鋼板製で、50μm～150μm程度の厚さである。

40 【0022】ノズルプレート43には、微小径のインク噴出用のノズル54が、このノズルプレート43の長手方向に沿って2列の千鳥配列状に配設されている。すなわち、前記ノズルプレート43の長手方向と平行な2つの基準線43a、43bに沿って、微小ピッチPの間隔で千鳥状配列にて、多数個のノズル54が穿設されている。

50 【0023】また、前記各ノズル54に対応する圧力室16（詳細は後述する）と、圧電アクチュエータ20における活性部35（詳細は後述する）とは各プレート43、12、13、14の平面視で上下に重なって対応す

る位置に配列されている。前記各圧力室16は、前記ノズルプレート43の長手方向と交差（直交）する方向に延びるように形成されており、圧力室16の列は前記ノズルプレート43の長手方向に沿って配列されている。

【0024】スペーサプレート13と対向する上側マニホールプレート12にはインク通路としての一对のマニホール室12a、12aが、ノズルプレート43と対向する下側マニホールプレート12には同じく一对のマニホール室12b、12bが、前記ノズル54の列の両側に沿って延びるように穿設されている。この場合、各マニホール室12a、12bは、平面視で圧力室16の列と重なるように延びている（図3及び図4参照）。

【0025】なお、下側マニホールプレート12のマニホール室12b、12bは、この下側マニホールプレート12の上面側のみ開放するように凹み形成されている（図4参照）。これらマニホール室12a、12bは、上側マニホールプレート12に対してスペーサプレート13を積層することにより密閉される構造となっている。

【0026】ベースプレート14には、この長辺方向に沿う中心線に対して直交する方向（短辺方向）に延びる細幅の圧力室16の多数個が穿設されている。前記中心線を挟んで左右両側にて平行状の長手基準線14a、14bを設定すると、前記中心線より左側の圧力室16の先端16aは、前記左側の長手基準線14a上に位置し、逆に、前記中心線より右側の圧力室16の先端16aは、前記右側の長手基準線14b上に位置している。また、当該左右の圧力室16の先端16aはそれぞれ交互に配置されている。したがって、左右両側の圧力室16は一つおきに互いに逆方向に延びるように交互に配置されている（図4参照）。

【0027】前記各圧力室16の先端16aは、ノズルプレート43における千鳥状配列のノズル54に対して、スペーサプレート13、2枚のマニホールプレート12に千鳥状配列に穿設した微小径の貫通孔17を介して連通している。一方、前記各圧力室16の他端16bは、スペーサプレート13の左右両側部に穿設した貫通孔18を介してマニホールプレート12におけるマニホール室12a、12bに連通している。

【0028】なお、図4に示すように、前記他端16bは、ベースプレート14の下面側のみ開口するように凹み形成されている。また、最上層のベースプレート14の一端部に穿設した供給孔19a、19aの上面には、その上方のインクタンク（図示せず）から供給されるインク中の塵除去のためのフィルタ29が張設されている。そして、スペーサプレート13においてベースプレート14の一端部に穿設した供給孔19a、19aと対応する位置にも、供給孔19b、19bが穿設されている。

【0029】以上により、インクタンク（図示せず）からベースプレート14及びスペーサプレート13における供給孔19a、19bを介して左右両マニホール室12a、12b内に流入したインクは、この各マニホール室12a、12bから各貫通孔18を通して各圧力室16内に分配されたのち、この各圧力室16内から各貫通孔17を通して、当該各圧力室16に対応するノズル54に至るという構成となっている（図3及び図4参照）。

10 【0030】次に、本発明に係る積層型圧電素子である圧電アクチュエータ20の構造を図5～図7に基づいて説明する。

【0031】図5に示すように、圧電アクチュエータ20は、8枚の圧電シート21a、21b、21c、21d、21e、21f、21g、22と、1枚の絶縁シート23とを積層した構造となっている。第1実施形態では、前記各圧電シート21a～21g、22及び絶縁シート23の厚さは、いずれも15 μ m～40 μ m程度である。絶縁シート23は、製造上、他の圧電シートと全く同じ材料を用いることが好ましい。

20 【0032】特開平4-341851号公報に記載のものと同様に、最下層の圧電シート22とそれから上方へ数えて奇数番目の圧電シート21b、21d、21fの表面（広幅面）のうち短辺の中央線を挟んだ両側には、細幅の個別電極24が、これら各圧電シート22、21b、21d、21fの短辺縁と平行状に、かつ、長辺方向に列状にパターン形成されている。当該個別電極24のパターンは、キャビティプレート10における各圧力室16の箇所に対応したものである。前記各個別電極24の幅寸法は、これと対応する圧力室16の広幅部よりも少し狭くなるように設定されている。

30 【0033】下から偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gの表面（広幅面）には複数個の圧力室16に対して共通のコモン電極25が形成されている。前記各圧電シート21a～21gのうち前記個別電極24及び前記コモン電極25が積層方向に重なる箇所、すなわち、挟まれる箇所は、圧電効果により歪みを生じる活性部35である。

40 【0034】他方、圧力室16は、ベースプレート14の長辺方向に沿って2列状に配列されているので、コモン電極25は、当該2列の圧力室16、16を一体的に覆うように、前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gの短辺方向の中央部において長辺方向に延びる平面視略矩形状に形成されている。前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gにおける一对の短辺縁の近傍箇所には、当該短辺縁の略全長にわたって延びる引き出し部25a、25aが前記コモン電極25と一体形成されている。

50 【0035】また、前記偶数番目の圧電シート21a、21c、21e、21gの表面のうち前記活性部35以

外の箇所（前記偶数番目の圧電シート 21a, 21c, 21e, 21g における一対の長辺縁の近傍箇所であって、前記コモン電極 25 が形成されていない箇所）には、前記個別電極 24 と略同じ幅寸法で長さの短いダミー個別電極 26 が、前記個別電極 24 と対応するパターンで、すなわち、前記個別電極 24 と同じ上下位置に形成されている。これらダミー個別電極 24 は、圧電アクチュエータ 20 の変形作用（歪み）には寄与しない捨てパターンの電極であるが、前記各圧電シート 22, 21a~21g 及び絶縁シート 23 を積層した場合の部分的な厚さの変化を少なくするためのものである。

【0036】前記奇数番目の圧電シート 22, 21b, 21d, 21f の表面のうち前記引き出し部 25a, 25a と対応する位置（同じ上下位置）には、捨てパターンの電極としてのダミーコモン電極 27 が形成されている。なお、詳細については後述するが、第 1 実施形態では、前記各電極 24, 25, 26, 27 は、導電材料としての Pd を約 30% 含む Ag-Pd 系の導電ペースト製のものである。

【0037】最上層の圧電シートである絶縁シート 23 の表面には、前記個別電極 24 に対する外部電極 30 と、前記コモン電極 25 の引き出し部 25a に対する外部電極 31 とが、当該絶縁シート 23 の一対の長辺縁に沿って形成されている。第 1 実施形態では、前記両外部電極 30, 31 は、前記導電ペーストの主成分である Ag を含んだ Ag 系材料（Pd を微量含むものであってもよい）から成るものである。また、前記両外部電極 30, 31 の肉厚（積層（上下）方向の厚さ）は 7~17 μm 程度である。

【0038】前記最下層の圧電シート 22 を除いて、他の全ての圧電シート 21a~21g と絶縁シート 23 とには、前記外部電極 30 と、これに対応する位置の個別電極 24 及びダミー個別電極 26 とを互いに導通させるためのスルーホール 32 が穿設されている。

【0039】同様にして、前記各圧電シート 21a~21g 及び絶縁シート 23 には、少なくとも 1 つの外部電極 31（第 1 実施形態では絶縁シート 23 の四隅の位置の外部電極 31）と、これに対応する位置の引き出し部 25a 及びダミーコモン電極 27 とを互いに導通させるためのスルーホール 33 が穿設されている。これら各スルーホール 32, 33 には、前記個別電極 24 やコモン電極 25 等と同じ材質の導電材料、すなわち、Ag-Pd 系の導電ペーストが充填されている。

【0040】図 5 及び図 6 に示すように、第 1 実施形態では、前記各圧電シート 21a~21g 及び絶縁シート 23 における各スルーホール 32, 33 は、前記各圧電シート 21a~21g 及び絶縁シート 23 の長辺方向（前記個別電極 24（または前記ダミー個別電極 26）のパターンの並び方向に平行な方向）に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして穿設されている。

【0041】すなわち、前記絶縁シート 23 における各スルーホール 32, 33 は、前記絶縁シート 23 の一方の短辺縁側から順に、前記絶縁シート 23 の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L1, L2, L3, L1, ... だけ離れた位置に適宜ずらして穿設されている。そして、前記絶縁シート 23 より下層の各圧電シート 21a~21g における各スルーホール 32, 33 も、前記絶縁シート 23 における各スルーホール 32, 33 にそれぞれ対応（連通）するように、前記各圧電シート 21a~21g の一方の短辺縁側から順に、前記各圧電シート 21a~21g の長辺縁から短辺方向に適宜寸法 L1, L2, L3, L1, ... だけ離れた位置に適宜ずらして穿設されている。

【0042】なお、前記各圧電シート 21a~21g 及び絶縁シート 23 における各スルーホール 32, 33 の配置は、前述のパターンに限定されるものではなく、前記長辺方向に隣接するスルーホール 32, 33 同士が、前記長辺方向に沿って一列状に整列しないように適宜ずらして配設されていればよい。

【0043】次に、前記圧電アクチュエータ 20 の製造方法を図 9 (A) ~ (C) に基づいて説明する。まず、前記圧電アクチュエータ 20 における圧電シート 21b (21d, 21f, 22 も同様) の複数個分をマトリックス状に並べた大きさを有する第 1 素材シート（グリーンシート）の表面のうち各圧電シート 21b (21d, 21f) となる箇所に、複数の個別電極 24 と捨てパターンの電極としてのダミーコモン電極 27 とを設ける位置に対して、予めスルーホール 32 を穿設する。

【0044】同様にして、圧電シート 21a (21c, 21e, 21g も同様) の複数個分をマトリックス状に並べた大きさを有する第 2 素材シート（グリーンシート）の表面のうち各圧電シート 21a (21c, 21e, 21g) となる箇所に、複数のコモン電極 25 の引き出し部 25a と捨てパターンの電極としてのダミー個別電極 26 とを設ける位置に対して、予めスルーホール 33 を穿設する。

【0045】さらに、絶縁シート 23 の複数個分をマトリックス状に並べた大きさを有する第 3 素材シート（グリーンシート）の表面のうち各絶縁シート 23 の箇所に、複数の外部電極 30, 31 を設ける位置に対して、スルーホール 32, 33 を穿設する。

【0046】次いで、前記各圧電シート 22, 21b, 21d, 21f の表面に個別電極 24 及びダミーコモン電極 27 を、前記各圧電シート 21a, 21c, 21e, 21g の表面にコモン電極 25 及びダミー個別電極 26 を、それぞれ導電材料としての Ag-Pd 系の導電ペーストを用いたスクリーン印刷にて形成する。

【0047】また、前記各絶縁シート 23 の表面のうち複数の外部電極 30, 31 を設ける位置（前記各スルーホール 32, 33 の位置）には、タブ 60, 61（図

9 (A) 参照) を、それぞれ導電材料としての Ag-Pd 系の導電ペーストを用いたスクリーン印刷にて形成する。

【0048】この場合、前記各スルーホール 32、33 は、前記第 1～第 3 素材シートの上広幅面に貫通しているから、前記各スルーホール 32、33 内に前記導電材料が浸入し、前記各スルーホール 32、33 を介して、前記各電極部分 24～27 及び前記各タブ 60、61 を通じてシートの上下面で導通可能となる。

【0049】また、第 1 実施形態では、前記各タブ 60、61 の積層方向から見た面積は、これらの焼成後の面積がこれと対応する外部電極 30、31 の面積の 1/2 倍以上でかつ 1 倍以下の大きさとなるように、適宜設定されている。

【0050】次いで、前記各素材シートを乾燥して積層したのち、積層方向にプレスすることによりして一体化して 1 枚の積層体とし (図 9 (A) 参照)、この積層体を 1100℃程度の温度で焼成する。そうすると、図 9 (B) に示すように、前記各絶縁シート 23 上の各タブ 60、61 が焼成により収縮する。ここで、前記各タブ 60、61 の積層方向から見た面積が、これと対応する外部電極 30、31 の面積の 1/2 倍以上でかつ 1 倍以下の大きさとなる。

【0051】そして、肉厚の薄くなった各タブ 60、61 (第 1 実施形態では 1 μm 程度) に、Ag 系材料から成る外部電極 30、31 をスクリーン印刷にて形成して、600℃程度の温度で焼き付けるのである (図 9 (C) 参照)。その後所定の大きさにカットする。

【0052】以上により、上下に積層した複数の圧電シート 22、21a～21g 及び絶縁シート 23 においては、同じ上下位置の個別電極 24 とダミー個別電極 26 と外部電極 30 とがスルーホール 32 内の導電材料を介して電気的に接続される一方、同じく上下複数枚のコモン電極 25 とダミーコモン電極 27 と外部電極 31 とがスルーホール 33 内の導電材料を介して電気的に接続される (図 7 参照)。

【0053】第 1 実施形態では、前記絶縁シート 23 上に印刷形成した Ag-Pd 系の導電ペースト製の各タブ 60、61 を、高温 (この実施形態では 1100℃程度) で焼成するから、前記各タブ 60、61 と前記絶縁シート 23 とを強固に密着させることができる。

【0054】そして、前記 Ag-Pd 系導電ペースト製の各タブ 60、61 には、Ag 系材料から成る外部電極 30、31 を低温 (この実施形態では 600℃程度) で焼き付けるから、同種金属 (第 1 実施形態では Ag) を主成分とするもの同士を接合させることになり、前記各タブ 60、61 に対する前記各外部電極 30、31 の密着強度は高いものとなる。

【0055】したがって、前記各外部電極 30、31 を高温で焼成しなくても、前記各タブ 60、61 がバイ

ダの役割を果たして、前記絶縁シート 23 に対する前記各外部電極 30、31 の密着強度を十分に確保できる。これにより、例えば、前記各外部電極 30、31 と前記フレキシブルプリントケーブル 40 とを半田接合するに際して、前記絶縁シート 23 から前記各外部電極 30、31 が剥がれる等の不良の発生を著しく低減できる。

【0056】また、積層方向から見て、前記各タブ 60、61 の高温焼成後の面積は、これと対応する外部電極 30、31 の面積の 1/2 倍以上でかつ 1 倍以下の大きさであるから、前記従来のように、外部電極とスルーホール内の導電ペーストとを電気的に接合する構成よりも、前記各外部電極 30、31 との接触面積が大きくなる。これにより、前記絶縁シート 23 に対する前記各外部電極 30、31 の密着強度の確保を確実に達成できることに加えて、前記各外部電極 30、31 とこれに対応する個別電極 24 やコモン電極 25 等に対して確実に導通でき、接触不良等の発生を著しく低減できる。

【0057】したがって、この製造方法によると、信頼性の高い圧電アクチュエータ 20 を製造できるのである。

【0058】図 1、図 2 及び図 8 に示すように、前記圧電アクチュエータ 20 の下面 (キャビティプレート 10 の圧力室 16 と対向する広幅面) 全体に、接着剤層としてのインク非浸透性の合成樹脂材からなる接着剤シート 41 を予め貼着し、次いで、前記キャビティプレート 10 に対して、前記圧電アクチュエータ 20 における各個別電極 24 が前記キャビティプレート 10 における各圧力室 16 の各々に対応するように接着・固定される。

【0059】また、前記圧電アクチュエータ 20 における上面には、前記フレキシブルプリントケーブル 40 を重ね押圧することによって、前記フレキシブルプリントケーブル 40 における各種の配線パターン (図示せず) が前記各外部電極 30、31 に電気的に接合される。

【0060】ここで、前記各外部電極 30、31 は、高温で焼成しないから、酸化することが少なく、かつ、前記各タブ 60、61 よりも厚い肉厚 (第 1 実施形態では 7～17 μm 程度) であり、これら両外部電極 30、31 と外部接続手段としてのフレキシブルプリントケーブル 40 とを半田接合するに際しての接合強度をも十分に確保できる。

【0061】なお、前記接着剤シート 41 等の接着剤層の材料としては、少なくともインク非浸透性で、かつ、電気絶縁性を備えたものであって、ナイロン系やダイマー酸ベースのポリアミド樹脂を主成分とするポリアミド系ホットメルト形接着剤、ポリエステル系ホットメルト形接着剤のフィルム状のものを用いてもよいが、ポリオレフィン系ホットメルト形接着剤を前記圧電アクチュエータ 20 の下面に塗布してから、前記キャビティプレート 10 に接着・固定するようにしても良い。接着剤の厚さは約 1 μm 程度である。

【0062】そして、全個別電極24とコモン電極25との間に、通常の使用時よりも高い電圧を印可することで、圧電シート21a~21gの上記両電極24、25間に挟まれる部分を分極処理する。

【0063】以上の構成において、前記圧電アクチュエータ20における各個別電極24のうち任意の個別電極24とコモン電極25との間に電圧を印加することにより、前記圧電シート21a~21gのうち前記電圧を印加した個別電極24に対応する部分が圧電による積層方向の歪みを生じ、この歪みにて前記各個別電極24に対応する圧力室16の内容積が縮小されることにより、当該圧力室16内のインクがノズル54から液滴状に噴出して、所定の印字が行われるのである(図8参照)。

【0064】図10~図13は本発明の第2実施形態を示している。なお、この実施形態において、構成及び作用が第1実施形態と変わらないものは、第1実施形態のものと同一符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0065】第2実施形態の圧電アクチュエータ20'の構造を図10~図12に基づいて説明する。前記圧電アクチュエータ20'は、2枚の圧電シート22'、21'と、1枚の絶縁シート23'とを積層した構造となっている。最下層の圧電シート22'の表面(広幅面)には、キャビティプレート10における各圧力室16の箇所毎に、細幅の個別電極24'が、当該圧電シート22'の短辺縁と平行状に、かつ、長辺方向に列状にパターン形成されている。なお、当該駆動電極24'は、その一端部24a'を前記最下層の圧電シート22'の一方の長辺縁に露出させている。

【0066】2層目の圧電シート21'の表面(広幅面)には、複数の圧力室16に対して共通のコモン電極25'が、これら各圧力室16を一体的に覆うように平面視略矩形状に形成されている。前記2層目の圧電シート21'における一对の短辺縁の近傍箇所には、当該短辺縁の略全長にわたって延びる引き出し部25a'、25a'が、前記2層目の圧電シート21'の一方の長辺縁に露出するようにして、前記コモン電極25'と一体形成されている。前記圧電シート21'のうち前記個別電極24'及び前記コモン電極25'が積層方向に重なる箇所は、圧電効果により歪みを生じる活性部35'である。

【0067】前記2層目の圧電シート21'の表面のうち前記活性部35'以外の箇所には、捨てパターンの電極であるダミー個別電極26'が、前記個別電極24'と同じ上下位置に形成されている。前記最下層の圧電シート22'の表面のうち前記引き出し部25a'に対応する位置(同じ上下位置)には、捨てパターンの電極としてのダミーコモン電極27'が形成されている。

【0068】なお、前記ダミー個別電極26'の一端部26a'は前記2層目の圧電シート21'の長辺縁に、前記ダミーコモン電極27'の一端部27a'は前記最

下層の圧電シート22'の長辺縁に、それぞれ露出している。第2実施形態において、前記各電極24'、25'、26'、27'は、導電材料としてのAg-Pd系の導電ペースト製のものである。

【0069】最上層の絶縁シート23の表面のうち前記個別電極24'または前記コモン電極25'の引き出し部25a'に対応する位置には、Ag-Pd系の導電ペースト製のタブ60'、61'が、当該絶縁シート23'の一对の長辺縁に沿って形成されており、これら各タブ60'、61'上にフレキシブルプリントケーブル40と接続するための外部電極30'、31'が配設されている。第2実施形態では、前記両外部電極30'、31'は、前記導電ペーストの主成分であるAgを含んだAg系材料から成るものである。

【0070】前記圧電アクチュエータ20'の表裏両広幅面と直交する左右両側面には、前記各圧電シート21'、22'の左右両側面に露出した個別電極24'の一端部24a'とダミー個別電極26a'とを積層方向に接続する側面電極50'が、また、コモン電極25'の引き出し部25a'とダミーコモン電極27'の端部27a'とを積層方向に接続する側面電極51'が、それぞれAg系の導電ペーストにてパターン形成されている。これら各側面電極50'、51'の上端は、これに対応する外部電極30'、31'に接続されている。したがって、前記個別電極24'や前記コモン電極25'は、これら各側面電極50'、51'を介して対応する外部電極30'、31'と電気的に接続されている。

【0071】前記キャビティプレート10におけるベースプレート14のうち前記圧電アクチュエータ20'の左右両側面に対応する箇所には、前記各外部電極30'、31'を前記キャビティプレート10に接触させないための凹み溝62、63が、前記左右両側面に沿って延びるように穿設されている。これら各凹み溝62、63は、前記各側面電極50'、51'の相互間で短絡することを防止するためのものである。

【0072】次に、前記圧電アクチュエータ20'の製造方法を図13(A)~(D)に基づいて説明する。まず、前記圧電アクチュエータ20'における圧電シート22'の複数のマトリックス状に並べた大きさを有する第4素材シート(グリーンシート)の表面に、個別電極24'及びダミーコモン電極27'を、導電材料としてのAg-Pd系の導電ペーストを用いたスクリーン印刷にて形成する。

【0073】同様にして、圧電シート21'の複数のマトリックス状に並べた大きさを有する第5素材シート(グリーンシート)の表面に、コモン電極25'及びダミー個別電極26'を、導電材料としてのAg-Pd系の導電ペーストを用いたスクリーン印刷にて形成する。

【0074】さらに、絶縁シート23'の複数のマトリックス状に並べた大きさを有する第5素材シート(グ

リーンシート)の表面において、個別電極24'(ダミー個別電極26')と対応する位置にはタブ60'を、コモン電極25'の引き出し部25a'(ダミーコモン電極27')と対応する位置にはタブ61'を、それぞれそれぞれ導電材料としてのAg-Pd系の導電ペーストを用いたスクリーン印刷にて形成する。

【0075】なお、第2実施形態でも、前記各タブ60', 61'の積層方向から見た面積は、これら的高温焼成後の面積がこれと対応する外部電極30', 31'の面積の1/2倍以上でかつ1倍以下の大きさとなるように、適宜設定されている。

【0076】次いで、前記各素材シートを乾燥して積層したのち、積層方向にプレスすることによりして一体化して1枚の積層体とし(図13(A)参照)、この積層体を1100℃程度の温度で焼成する。そうすると、図13(B)に示すように、前記各絶縁シート23'上の各タブ60', 61'が焼成により収縮する。ここでも、第1実施形態と同様に、前記各タブ60', 61'の積層方向から見た面積が、これと対応する外部電極30', 31'の面積の1/2倍以上でかつ1倍以下の大きさとなる。

【0077】次いで、前記各素材シートの積層体を所定の大きさにカットし、これにより得られた圧電シート21'~23'の積層体の姿勢を代えて、当該積層体の側面を上向きにする。それから、各側面電極50'を、これに対応する個別電極24'の一端部24a'及びダミー個別電極26'の一端部26a'と重なるように、Ag系の導電ペーストを用いてのスクリーン印刷にて形成する。

【0078】同様にして、各側面電極51'を、これに対応するコモン電極25'の引き出し部25a'及びダミーコモン電極27'の一端部27a'と重なるように、Ag系の導電ペーストを用いたスクリーン印刷にて形成する(図13(C)参照)。

【0079】次いで、再び前記圧電シート21'~23'の積層体の姿勢を代えて、この積層体において絶縁シート23'側の広幅面(タブ60', 61'のある広幅面)を上向きにする。それから、Ag系材料から成る外部電極30'を、前記絶縁シート23'上の各タブ60'に重なり、かつ、当該外部電極30'に対応する側面電極50'の上端部に接続するようにスクリーン印刷にて形成する。

【0080】同様にして、Ag系材料から成る外部電極31'を、前記絶縁シート23'上の各タブ61'に重なり、かつ、当該外部電極31'に対応する側面電極51'の上端部に接続するようにスクリーン印刷にて形成する。そして、600℃程度の温度で焼き付けするのである(図13(D)参照)。

【0081】以上により、上下に積層した複数の圧電シート22', 21'及び絶縁シート23'においては、

同じ上下位置の個別電極24'とダミー個別電極26'と外部電極30'とが、これらに対応する側面電極50'を介して電氣的に接続される一方、同じく上下複数枚のコモン電極25'とダミーコモン電極27'と外部電極31'とが、これらに対応する側面電極51'を介して電氣的に接続される(図12参照)。

【0082】第2実施形態では、前記圧電アクチュエータ20'における絶縁シート23'の表面に前記各外部電極30', 31'を密着させるに際して、高温(この実施形態では1100℃程度)で焼成することにより前記絶縁シート23'上に強固に密着した各タブ60', 61'に対して、前記各外部電極30', 31'を低温(この実施形態では600℃程度)で焼き付けするから、同種金属(第2実施形態ではAg)を主成分とするもの同士を接合させることになり、前記各タブ60', 61'に対する前記各外部電極30', 31'の密着強度が高まる。

【0083】したがって、前記各外部電極30', 31'を高温で焼成しなくても、前記各タブ60', 61'がバインダの役割を果たして、前記絶縁シート23'に対する前記各外部電極30', 31'の密着強度を十分に確保できる。

【0084】これにより、第1実施形態と同様に、例えば、前記各外部電極30', 31'と前記フレキシブルプリントケーブル40とを半田接合するに際して、前記圧電アクチュエータ20'から前記各外部電極30, 31が剥がれる等の不良の発生を著しく低減できる。

【0085】また、積層方向から見て、前記各タブ60', 61'の高温焼成後の面積は、これと対応する外部電極30', 31'の面積の1/2倍以上でかつ1倍以下の大きさであるから、前記各外部電極30', 31'との接触面積を十分に得て、前記絶縁シート23'に対する前記各外部電極30', 31'の密着強度の確保を確実に達成できる。

【0086】以上により、第2実施形態の場合も、信頼性の高い圧電アクチュエータ20'を製造できるのである。

【0087】また、前記圧電アクチュエータ20'における上面には、前記フレキシブルプリントケーブル40を重ね押圧することによって、前記フレキシブルプリントケーブル40における各種の配線パターン(図示せず)が前記各外部電極30', 31'に電氣的に接合される。

【0088】ここで、前記各外部電極30', 31'は、高温で焼成しないから、酸化することが少なく、かつ、前記各タブ60', 61'よりも厚い肉厚(第2実施形態では7~17μm程度)であるから、これら両外部電極30', 31'と前記フレキシブルプリントケーブル40とを半田接合するに際しての接合強度をも十分に確保できるのである。

【0089】本発明は、前述の実施形態に限らず、様々な態様に具体化できる。例えば、圧電アクチュエータ 20、20' の最下層には圧電シート 22、22' を採用したが、他の層の圧電シートの歪みを圧力室に伝えるものであれば、他の絶縁材料を用いてもよい。また、最上層の絶縁シート 23、23' についても他の絶縁材料を用いてもよい。この場合は、圧電シートの歪みのうち、上方（キャビティプレート 10 と反対側）へ突出する歪みを抑制するものであることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態の圧電式インクジェットヘッドを示す分解斜視図である。

【図 2】圧電アクチュエータとキャビティプレートとの一端部を示す拡大斜視図である。

【図 3】キャビティプレートの分解斜視図である。

【図 4】キャビティプレートの部分拡大斜視図である。

【図 5】圧電アクチュエータの分解斜視図である。

【図 6】圧電アクチュエータの部分拡大分解斜視図である。

【図 7】図 6 の V I I - V I I 視側断面図である。

【図 8】フレキシブルプリントケーブル、キャビティプレート及び圧電アクチュエータを積層した状態を示す拡大断面図である。

【図 9】圧電アクチュエータの製造工程を示す概略斜視図であり、(A) は焼成前、(B) は焼成後、(C) は外部電極を焼き付けた状態の図である。

【図 10】第 2 実施形態における圧電アクチュエータとキャビティプレートとの一端部を示す拡大斜視図であ

る。

【図 11】圧電アクチュエータの分解斜視図である。

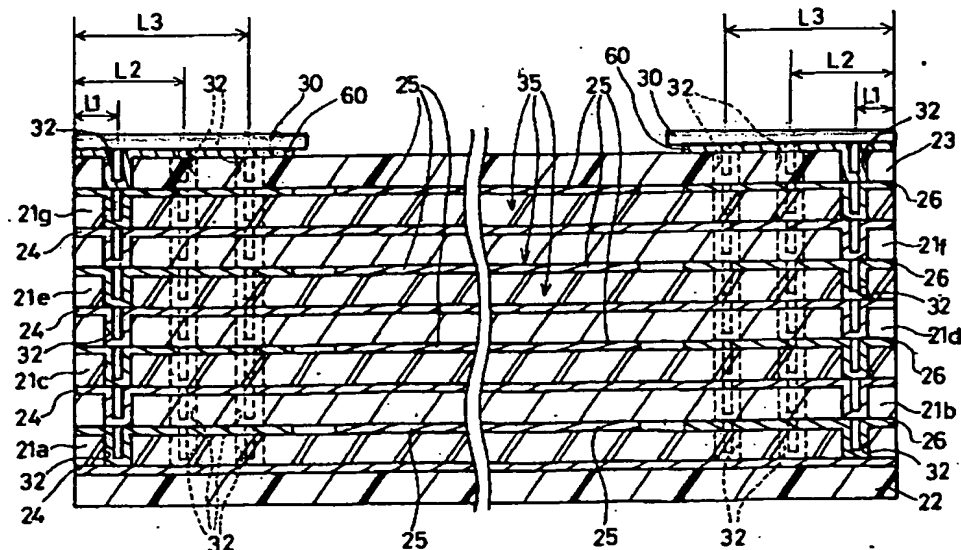
【図 12】フレキシブルプリントケーブル、キャビティプレート及び圧電アクチュエータを積層した状態を示す拡大断面図である。

【図 13】圧電アクチュエータの製造工程を示す概略斜視図であり、(A) は焼成前、(B) は焼成後、(C) は外部電極を焼き付けた状態の図である。

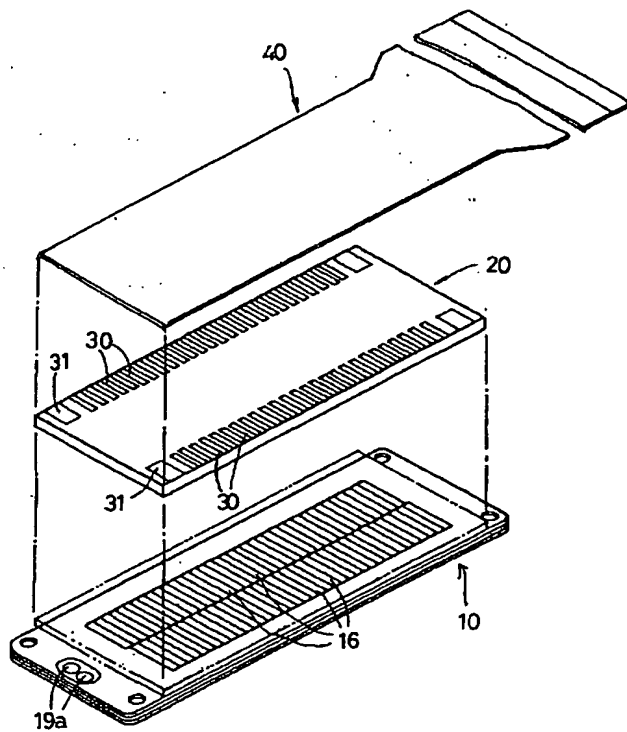
【符号の説明】

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 10 | キャビティプレート |
| 12 | マニホールドプレート |
| 13 | スペーサプレート |
| 14 | ベースプレート |
| 16 | 圧力室 |
| 20, 20' | 圧電アクチュエータ |
| 21a~21g, 22, 21', 22' | 圧電シート |
| 23, 23' | 絶縁シート |
| 24, 24' | 個別電極 |
| 25, 25' | コモン電極 |
| 25a, 25a' | 引き出し部 |
| 26, 26' | ダミー個別電極 |
| 27, 27' | ダミーコモン電極 |
| 30, 31, 30', 31' | 外部電極 |
| 32, 33 | スルーホール |
| 35, 35' | 活性部 |
| 40 | フレキシブルプリントケーブル |
| 43 | ノズルプレート |
| 54 | ノズル |
| 60, 61, 60', 61' | タブ |

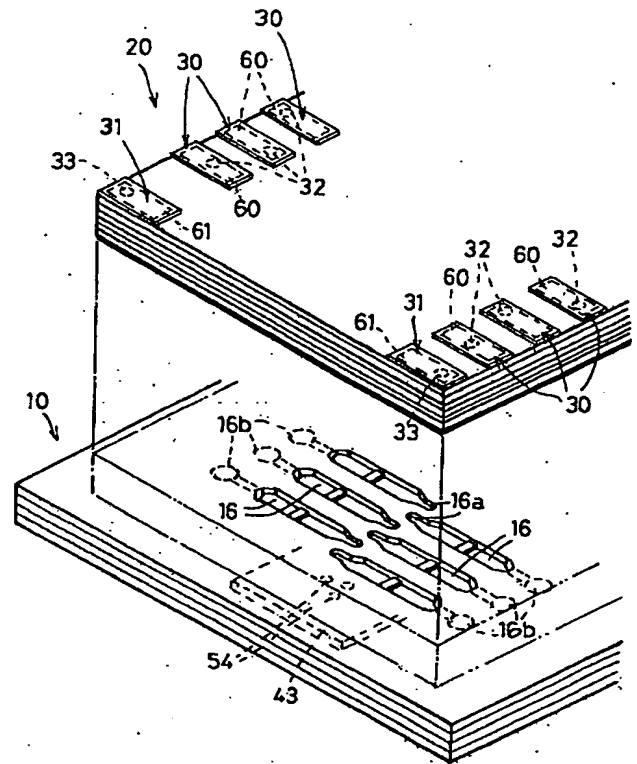
【図 7】



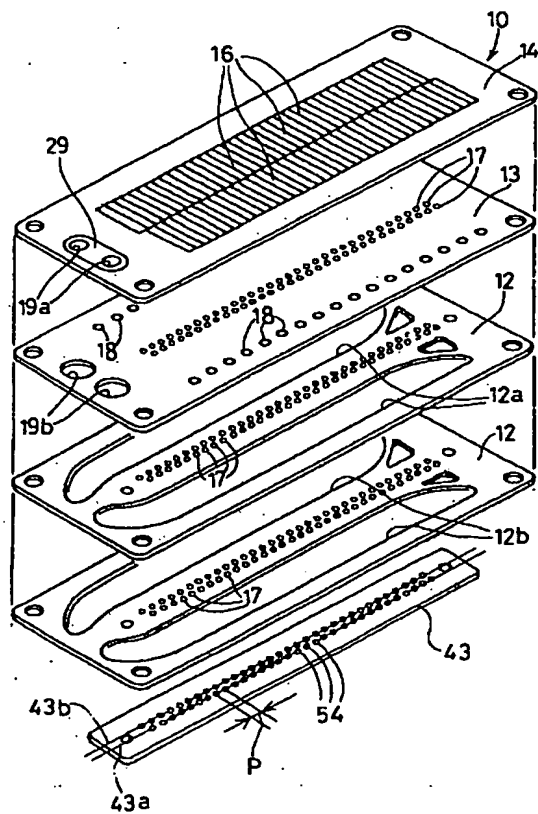
【図1】



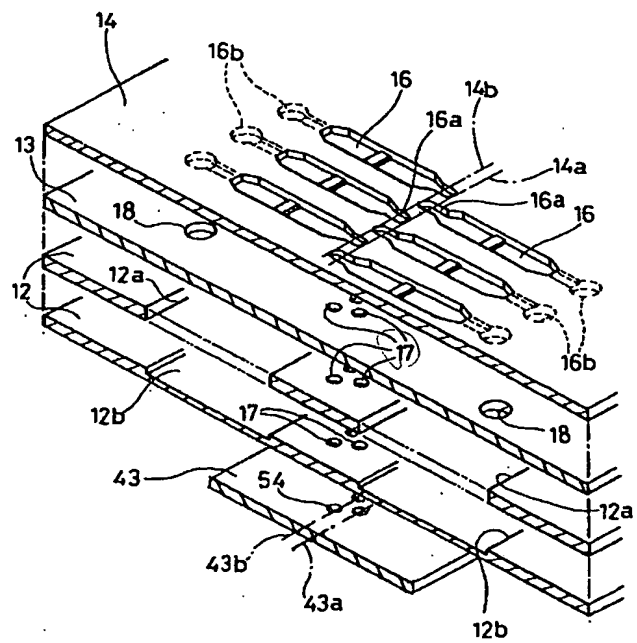
【図2】



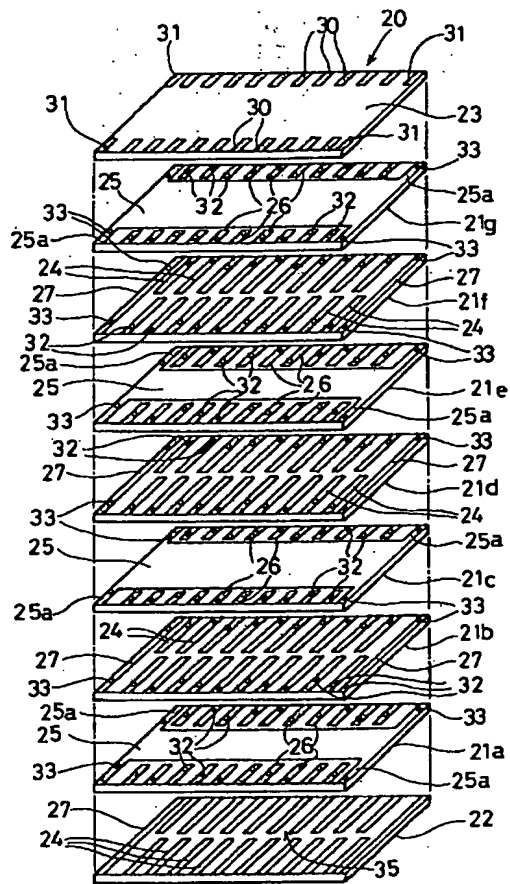
【図3】



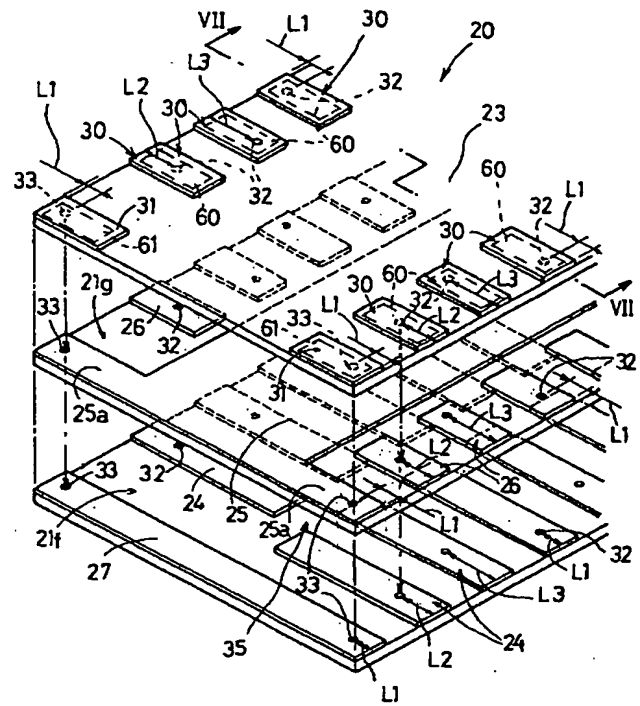
【図4】



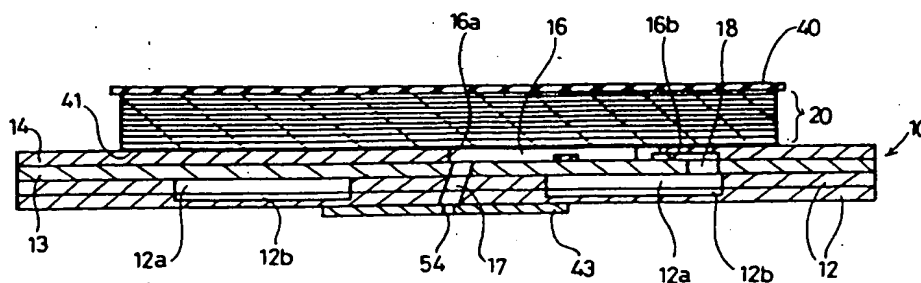
【図 5】



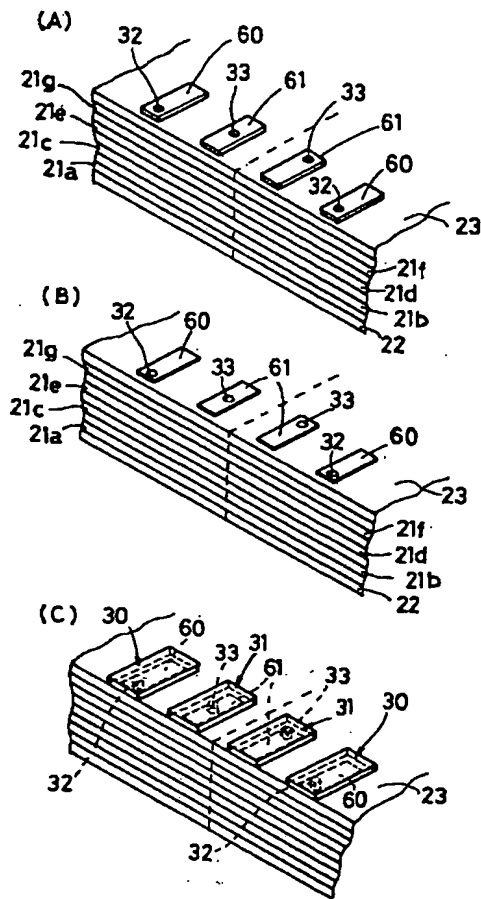
【図 6】



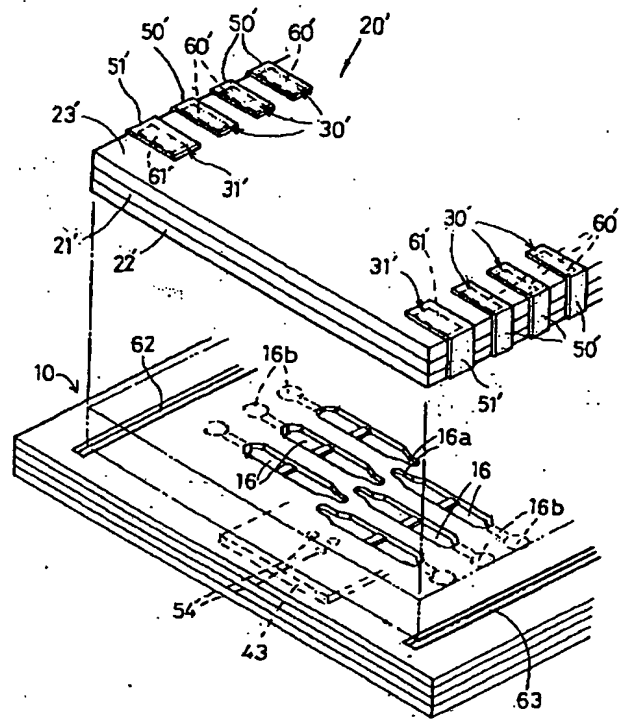
【図 8】



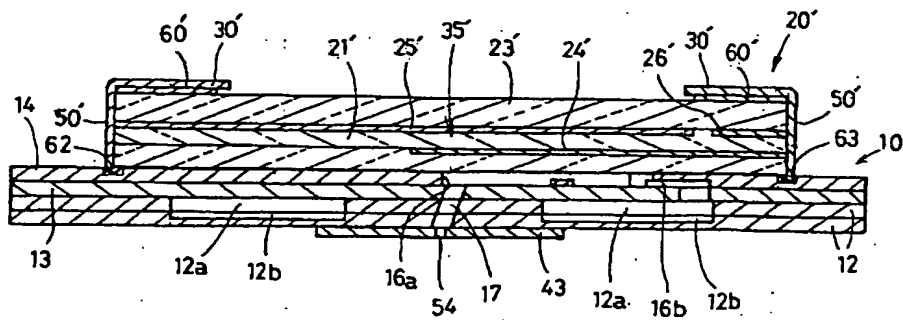
【図9】



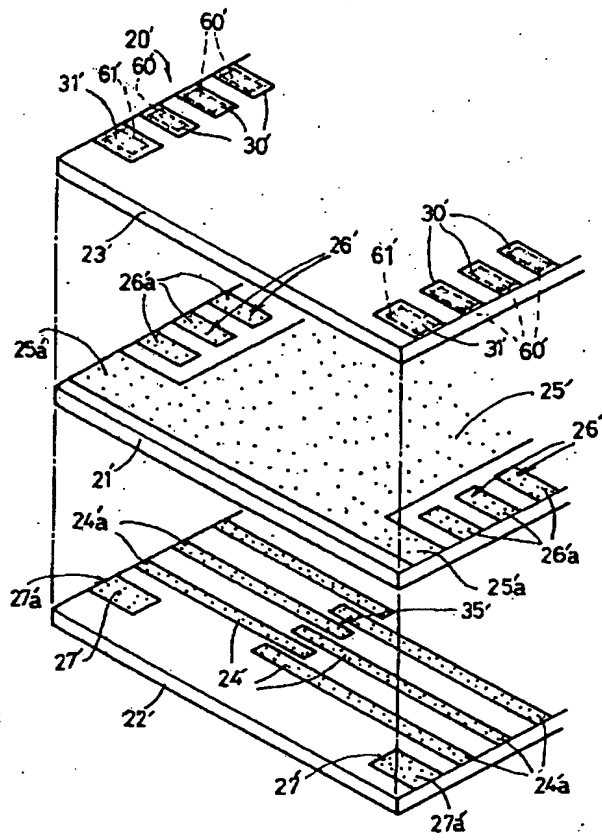
【図10】



【図12】



【図 11】



【図 13】

